

**COLEOPTEROFAUNA DE LAS FORMACIONES SUBXEROFÍTICAS
TROPICALES DE LOS CERROS DE SANTA MARTA-COLOMBIA.**

Por:

LARRY ANTONIO JIMÉNEZ FERBANS

WILLIAM JESUS MENDIETA OTÁLORA



**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SANTA MARTA D.T.C.H.**

2005

**COLEOPTEROFAUNA DE LAS FORMACIONES SUBXEROFÍTICAS
TROPICALES DE LOS CERROS DE SANTA MARTA-COLOMBIA.**

Por:

**LARRY ANTONIO JIMÉNEZ FERBANS
WILLIAM JESUS MENDIETA OTÁLORA**



**Trabajo de Grado presentado para optar al título de
Biólogo**

Director:

**LUIS CARLOS GUTIÉRREZ MORENO
M. Sc. En Biología.**

Asesor Interno:

**WILLIAM LÓPEZ BOHÓRQUEZ
M. Sc. En Biología**

Asesor Externo:

**NEIS JOSÉ MARTINEZ HERNANDEZ
Especialista En Biología.**

**UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS
PROGRAMA DE BIOLOGÍA
SANTA MARTA D.T.C.H.**

2005



Nota de Aceptación

Presidente de Memoria de Grado
LUIS CARLOS GUTIÉRREZ

Jurado
GERMAN BLANCO CERVANTES

Jurado
MIGUEL CANTILLO

Santa Marta, Marzo de 2005.

DEDICATORIA

Este documento representa la consecución de un objetivo por el cual luché durante largos años, es mi deber y sobretodo mi deseo dedicárselo a El Señor mi Dios, por conspirar a mi favor.

A mis padres Juan Manuel Jiménez y Miriam Ferbans por regalarme la vida y apoyarme incansablemente en todos mis planes.

A mis hermanos Eddie, Ernie, Nayibe Eliana, Anuar y Heidi por su incondicional apoyo y cariño.

A mi amada Yaneth Mendieta, por su incesante acompañamiento y apoyo, que hicieron más fácil el camino.

A mis amigos y compañeros de estudios, en especial a William Mendieta, Roberto Guerrero, Alejandro Rangel, Mendy Calero, Jorge Luna, Cristóbal Escobar y Liliana Ojeda, con quienes compartí alegrías y tristezas que hoy nos unen como hermanos.

A el compañero y amigo Juan Luis Rivera, quien es un apoyo para todos los estudiantes de biología.

LARRY ANTONIO JIMÉNEZ FERBANS



DEDICATORIA

Dedico la consecución de este gran logro a **Dios**, quien siempre está delante de mí y al Señor Jesús en quien siempre he confiado.

A mis padres, Jesús Mendieta y Dora Otálora, a quienes debo la vida y que siempre me apoyan material y espiritualmente, en los momentos de alegría y de dificultad. Todo esto ha implicado muchos sacrificios de los cuales hoy recogemos los frutos.

A mis hermanos Julián y Yaneth quienes me apoyaron incondicionalmente durante el desarrollo de la carrera.

Al gran amor de mi vida, Dionicia Villanueva, el ángel de mi vida, quien siempre me apoya en todos mis proyectos y a quien debo mucho de lo que soy hoy en día.

A mi gran amigo y hermano José Carrascal quien siempre me sacó de apuros y estuvo allí cuando más lo necesité.

A todos mis compañeros de semestre, mi segunda familia, especialmente a Larry Jiménez, Roberto Guerrero, Alejandro Rangel y Jorge Luna con quienes comparto no solo el amor por la biología, sino también nuestro origen humilde que nos motiva a seguir adelante cada día con mayor dedicación y responsabilidad.

A todas las personas que me han apoyado directa o indirectamente, gracias por creer en mí.

WILLIAM JESÚS MENDIETA OTÁLORA



AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración del grupo de investigación Biodiversidad del Caribe Colombiano, en especial a su director, el profesor Luis Carlos Gutiérrez Moreno, quien realizó valiosos aportes al presente trabajo de grado.

Al profesor William López Bohórquez por su colaboración en la revisión del presente manuscrito y sus meritorios aportes.

A las biólogas Sandra Villardi y Lina Maria Saavedra, coordinadoras del convenio entre el Instituto de Investigaciones Tropicales de la Universidad del Magdalena (INTROPIC) y el Departamento Administrativo Distrital del Medioambiente (DADMA) el cual fue cofinanciador del estudio.

Al auxiliar y al coordinador del Laboratorio de Biología de la Universidad del Magdalena Juan Luis Rivera y Roberto Guerrero, quienes apoyaron el trabajo en la fase de campo, laboratorio y escritura.

A Julián Mendieta quien colaboró incansablemente durante las diferentes jornadas de muestreo de la fase de campo

Al coordinador del Laboratorio de Microbiología de la Universidad del Magdalena Jorge Luna y al departamento de colecciones del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) por facilitar la elaboración del registro fotográfico de los especímenes colectados.

A todas y cada una de las personas que de alguna manera nos colaboraron en la realización de este trabajo de grado.

A la bióloga Adriana Patiño, por su esmerado y desinteresado apoyo.

A todos los profesores que contribuyeron en nuestra formación académica, en especial a León Pérez Carmona, Juan Laverde Castillo, Luz Adriana Velasco Luis Manjarrez y Maria del Carmen Zúñiga.

Los Autores.



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
3. ANTECEDENTES.....	4
4. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN.....	7
5. OBJETIVOS.....	9
5.1 General.....	9
5.2 Específicos.....	9
6. METODOLOGÍA.....	10
6.1 Área de estudio.....	10
6.1.1. Estaciones de muestreo.....	11
6.2. Fase de campo.....	12
6.3. Fase de Laboratorio.....	15
6.4. Análisis de los datos.....	15
6.4.1. Índice de Riqueza.....	16
6.4.2. Abundancia.....	16
6.4.3. Índice de Diversidad.....	16
6.4.4. Índices de Dominancia y Equidad.....	17
6.4.5. Análisis de la distribución espacio-temporal de la comunidad.....	17
6.4.5.1. Abundancia.....	17
6.4.5.2. Riqueza y Composición.....	18
6.5. Efectividad de los métodos de colecta empleados.....	19
7. RESULTADOS	20
7.1. Variables Ambientales.....	20
7.2. Abundancia y Composición.....	21
7.3. Índices de Diversidad y Dominancia.....	29
7.4. Distribución espacio temporal de la riqueza y abundancia de la coleopterofauna.....	29
7.4.1. Cerro La Cueva	29
7.4.1.1. Trampas de caída	30
7.4.1.2. Colecta manual	31
7.4.1.3. Jameo	32
7.4.1.4. Colecta de epífitas.....	32



7.4.1.5. Trampa de luz	32
7.4.1.6. Colecta de hojarasca	32
7.4.2. Cerro La Llorona	33
7.4.2.1. Trampas de caída	34
7.4.2.2. Colecta manual	35
7.4.2.3. Jameo	35
7.4.2.4. Colecta de epífitas	35
7.4.2.5. Trampa de luz	35
7.4.2.6. Colecta de hojarasca	36
7.4.3. Cerro San Fernando	36
7.4.3.1. Trampas de caída	37
7.4.3.2. Colecta manual	38
7.4.3.3. Jameo	38
7.4.3.4. Colecta de epífitas	39
7.4.3.5. Trampa de luz	39
7.4.3.6. Colecta de hojarasca.....	39
7.4.4. Análisis comparativo de la distribución espacio-temporal de la coleopterofauna.....	40
7.4.4.1. Abundancia	40
7.4.4.2. Riqueza y Composición.....	41
7.5. Efectividad de los métodos de colecta empleados.....	52
8. DISCUSION	54
8.1. Abundancia y riqueza	54
8.2. Análisis comparativo de la distribución espacio-temporal de la coleopterofauna.....	59
8.2.1. Abundancia.....	59
8.2.2. Riqueza y Composición.....	60
8.2.3. Diversidad	65
8.3. Efectividad de los métodos de colecta empleados	67
9. CONCLUSIONES	68
10. RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	80





Lista de Figuras

- Figura 1 Mapa del área de estudio en el que se indican las estaciones de muestreo (E1: Cerro La Cueva; E2: Cerro La Llorona; E3: Cerro San Fernando). Fuente: IGAC, 1979. Escala 1:2500.....12
- Figura 2 Distribución de abundancia de las morfoespecies de Coleoptera capturadas en tres Cerros de la ciudad de Santa Marta (Número de individuos en escala logarítmica).....21
- Figura 3 Abundancia y riqueza de las morfoespecies para las familias más dominantes en tres Cerros de la ciudad de Santa Marta.....22
- Figura 4. Curva de acumulación de especies y estimaciones de la riqueza de Coleoptera colectados mediante trampas de caída en tres Cerros de la ciudad de Santa Marta en tres períodos climáticos diferentes.....28
- Figura 5. Curva de acumulación de especies y estimaciones de la riqueza de Coleoptera colectados mediante trampas de caída en el Cerro La Cueva en tres períodos climáticos diferentes.....31
- Figura 6. Curva de acumulación de especies y estimaciones de la riqueza de Coleoptera colectados mediante trampas de caída en el Cerro La Llorona en tres períodos climáticos diferentes.....34
- Figura 7. Curva de acumulación de especies y estimaciones de la riqueza de Coleoptera colectados mediante trampas de caída en el Cerro San Fernando en tres períodos climáticos diferentes.....38
- Figura 8. Dendrograma de similitud de las comunidades de Coleoptera por cada uno de los cerros muestreados en tres períodos climáticos diferentes (CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).....43
- Figura 9 Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante trampas de caída en cada uno de los cerros muestreados en tres períodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso)..... 44
- Figura 10. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante colecta manual en corteza de cada uno de los cerros muestreados en tres períodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).....44

Figura 11. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante colecta manual en suelo de cada uno de los cerros muestreados en tres períodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).....45

Figura 12. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante colecta manual en la hojarasca de cada uno de los cerros muestreados en tres períodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).....46

Figura 13. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante colecta de hojarasca de cada uno de los cerros muestreados en tres períodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).....46

Figura 14. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante jameo herbáceo en cada uno de los cerros muestreados en tres períodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).....47

Figura 15. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante jameo arbustivo en cada uno de los cerros muestreados en tres períodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).....48

Figura 16. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante jameo arbóreo en cada uno de los cerros muestreados en tres períodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).....48

Figura 17. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante colecta de Epífitas en cada uno de los cerros muestreados en tres períodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).....49

Lista de Tablas

- Tabla 1. Resumen de los registros de Temperatura (T) y Humedad Relativa ambiental (HR) en cada uno de los cerros muestreados durante tres períodos climáticos diferentes. Las mediciones se realizaron entre las 7:00 y las 8:00 a.m.(CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando).....20
- Tabla 2. Número de individuos por morfoespecies colectados en las diferentes épocas de muestreo para las tres estaciones de estudio. Según la clasificación de Lawrence et al. (1999). (CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando)..... 23
- Tabla 3. Índices de diversidad para cada una de las estaciones para los diferentes períodos muestreados. (CLCS: Cerro La Cueva período Seco; CLLS: Cerro La Llorona período Seco; CSFS: Cerro San Fernando período Seco; CLCTR: Cerro La Cueva período Transición; CLLTR: Cerro La Llorona período Transición; CSFTR: Cerro San Fernando período Transición; CLCLL: Cerro La Cueva período Lluvioso; CLLLL: Cerro La Llorona período Lluvioso; CSFLL: Cerro San Fernando período Lluvioso).....29
- Tabla 4. Abundancia y riqueza de Coleoptera en el Cerro La Cueva para los tres períodos climáticos del estudio.....30
- Tabla 5. Morfoespecies de Coleoptera compartidas y exclusivas en tres cerros de Santa Marta para tres períodos climáticos (CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando)..... 30
- Tabla 6. Abundancia y riqueza de Coleoptera encontrada en el Cerro La Cueva según el método de colecta empleado en tres períodos climáticos. TC: trampa de caída; CMS: Colecta manual suelo; CMH: Colecta manual hojarasca; CMT: Colecta manual tronco; CMC: Colecta manual corteza; JHERB: Jameo herbáceo; JARBU: Jameo arbustivo; JARBO: Jameo arbóreo; EPI: Epífitas; CN: Colecta nocturna; CH: Colecta de hojarasca.....33
- Tabla 7. Abundancia y riqueza de Coleoptera en el Cerro La Llorona para los tres períodos climáticos del estudio.....33
- Tabla 8. Abundancia y riqueza de Coleoptera encontrada en el Cerro La Llorona según el método de colecta empleado en tres períodos climáticos. TC: trampa de caída; CMS: Colecta manual suelo; CMH: Colecta manual hojarasca; CMT: Colecta manual tronco; CMC: Colecta manual corteza; JHERB: Jameo herbáceo; JARBU: Jameo arbustivo; JARBO: Jameo arbóreo; EPI: Epífitas; CN: Colecta nocturna; CH: Colecta de hojarasca.....36

Tabla 9. Abundancia y riqueza de Coleoptera en el Cerro San Fernando para los tres períodos climáticos del estudio.....	37
Tabla 10. Abundancia y riqueza de Coleoptera encontrada en el Cerro San Fernando según el método de colecta empleado en tres períodos climáticos. TC: trampa de caída; CMS: Colecta manual suelo; CMH: Colecta manual hojarasca; CMT: Colecta manual tronco; CMC: Colecta manual corteza; JHERB: Jameo herbáceo; JARBU: Jameo arbustivo; JARBO: Jameo arbóreo; EPI: Epífitas; CN: Colecta nocturna; CH: Colecta de hojarasca.....	40
Tabla 11. Índice de complementariedad (Colwell & Coddington 1994) para las morfoespecies de Coleoptera, comparando los tres cerros muestreados en los tres períodos climáticos. Entre paréntesis número de especies compartidas.....	42
Tabla 12. Resultados del análisis SIMPER para Porcentajes de similaridad y contribución de las especies para cada uno de los cerros estudiados. Cada grupo corresponde al mismo cerro en los tres períodos de muestreo (nivel de corte de las contribuciones bajas 50%).....	50
Tabla 13. Resultados del análisis SIMPER para Porcentajes de similaridad y contribución de las especies para cada uno de los períodos estudiados. Cada grupo corresponde a los tres cerros en un mismo período de muestreo (nivel de corte de las contribuciones bajas 50%).....	51
Tabla 14. Efectividad de captura según el método empleado durante los tres períodos de muestreo. R = Riqueza, A = Abundancia y AR = Abundancia Relativa.....	53

Lista de Anexos

Anexo 1. Salida del análisis de varianza a dos vías aplicado a los datos de abundancia de las trampas de caída, según el programa SPSS versión 11.0.0.....	81
Anexo 2. Salida de la prueba de contraste de medias (Test de Tukey) aplicada a los datos de abundancia de las trampas de caída, según el programa SPSS versión 11.0.0.....	82
Anexo 3. Salida del análisis de varianza a dos vías aplicado a los datos de riqueza de las trampas de caída, según el programa SPSS versión 11.0.0.....	84
Anexo 4. Salida de la prueba de contraste de medias (Test de Tukey) aplicada a los datos de riqueza de las trampas de caída, según el programa SPSS versión 11.0.0.....	85
Anexo 5. Esquemas en vista dorsal de las morfoespecies de Coleoptera más abundantes en los cerros de Santa Marta. A-B, familia Tenebrionidae; A, morfoespecie 1. B, morfoespecie 2. (Dibujos por William Mendieta Otálora).....	87
Anexo 6. Cronograma de actividades.....	88
Anexo 7.. Presupuesto del Trabajo de Grado.....	89
Anexo 8. Fotografías de las estaciones de muestreo durante el período lluvioso. A y B Cerro la Cueva ; C y D Cerro La Llorona; E y F Cerro San Fernando.....	91
Anexo 9. Fotografías del cerro La Cueva durante el período seco (A y B) y de transición (C y D).....	92
Anexo 10. Métodos de colecta empleados. A y B trampas de caída; C y D colecta manual; E y F jameo.....	93
Anexo 11. Métodos de colecta empleados. A y B revisión de Epífitas; C y D colecta nocturna; E y F colecta de hojarasca.....	94
Anexo 12. Fotografías de las Familias y Subfamilias de Coleoptera colectadas en los cerros de la ciudad de Santa Marta.....	95
Anexo 13. CD-ROM con fotografías de las diferentes morfoespecies capturadas durante el estudio.	

COLEOPTEROFAUNA DE LAS FORMACIONES SUBXEROFÍTICAS TROPICALES DE LOS CERROS DE SANTA MARTA-COLOMBIA.

Por:

LARRY ANTONIO JIMÉNEZ FERBANS¹

WILLIAM JESUS MENDIETA OTÁLORA²

RESUMEN

Las formaciones subxerofíticas de los cerros de Santa Marta sufren una fuerte intervención antropogénica y son escasos los trabajos que se han realizado para conocer la coleopterofauna existente en estos y que podría estar siendo afectada por dicha intervención. Con el fin de caracterizar la comunidad de coleópteros presente en este zonobioma, fueron muestreados los Cerros La Cueva, La Llorona y San Fernando durante los meses de Marzo, Mayo y julio de 2004, correspondientes a tres periodos climáticos diferentes (seco, transición y lluvioso). Se colectaron 9613 ejemplares pertenecientes a 26 familias y 158 morfoespecies. La familia más abundante fue Tenebrionidae, seguida de Scarabaeidae, aun cuando esta presentó una marcada estacionalidad. La familia con mayor número de morfoespecies fue Chrysomelidae con 27 morfotipos. Se encontró un efecto significativo del factor cerro sobre la abundancia y riqueza de coleópteros. Así mismo, se detectaron diferencias entre los periodos climáticos estudiados. El índice de diversidad de Shannon-Wiener presentó un valor máximo de 1,345 este se considera un valor intermedio en comparación con el reportado para bosque seco. Las diferencias encontradas entre los diferentes sitios de estudio pueden deberse tanto a la incidencia de factores medio ambientales (exposición al viento, pendiente) como a la afectación por intervención antropogénica. Se concluye que existe un cambio en la estructura de la comunidad de coleópteros a lo largo de los diferentes periodos climáticos, con tendencia a un aumento de la diversidad y riqueza en los periodos más húmedos.

¹buteo10@yahoo.es

²wimenot@starmedia.com



1. INTRODUCCIÓN

El orden Coleoptera es el más diverso entre los insectos y el reino animal. Los escarabajos comprenden aproximadamente el 40% de todos los insectos y el 25% de todas las especies animales con 350000 especies (Romoser & Stoffolano 1998). Los insectos, en general, como clase hiperdiversa, representan los principales grupos funcionales que mantienen la diversidad en los ecosistemas y algunos estudios demuestran su sensibilidad a los cambios ambientales ocasionados por la acción del hombre (Lawton *et al.* 1998). Tal es el caso del orden Coleoptera, el cual se ha utilizado en estudios recientes para evaluar el efecto de la fragmentación y degradación del hábitat en los ecosistemas terrestres (Barberena-Arias & Aide, 2002; Gibb & Hochuli 2002; Barbosa *et al.* 2002).

En términos amplios, las formaciones secas tropicales de tierras bajas incluyen los Bosques Secos Tropicales, los Bosques Muy Secos Tropicales, los Montes Espinosos y los Matorrales Desérticos. Las formaciones xerofíticas y subxerofíticas hacen referencia a la parte más seca de este gradiente (IAvH 1998a). Para el caso de las formaciones vegetales del sector de Santa Marta, estas son catalogadas por el IAvH (1998a) como Matorral Espinoso Subtropical (me-ST) y Bosque Seco Tropical (bs-T), en tanto que Hernández & Sánchez (1992) las clasifica como Zonobioma Subxerofítico Tropical. Sin embargo, cabe

anotar que de acuerdo con Hernández (1995 en IAvH 1998b), las etapas sucesionales del Bosque seco Tropical altamente degradado en la región Caribe colombiana ha dado paso a vegetación subxerofítica y ésta a su vez al ser degradada, a vegetación xerofítica.

Para el caso de las formaciones subxerofíticas, las cuales sólo se presentan en algunas zonas del país (litoral caribe; Barranquilla-Golfo de Morrosquillo, Santa Marta y Cúcuta; Río Chicamocha) (Hernández y Sánchez 1992), hasta el momento no se han realizado trabajos rigurosos para estimar la diversidad de coleópteros, ni el rol ecológico que cumplen en la dinámica de este zonobioma. En lo referente a Santa Marta, dichas formaciones se presentan en los cerros que están en el casco urbano de la ciudad, soportando por tanto, una alta presión antropogénica, colocando en peligro las comunidades que albergan estas formaciones. El presente proyecto se realizó con la financiación parcial por parte del convenio entre el Instituto de Investigaciones Tropicales de la Universidad del Magdalena (INTROPIC) y el Departamento Administrativo Distrital del Medioambiente (DADMA), así como del grupo de investigación Biodiversidad del Caribe Colombiano. El objetivo del mismo fue el de caracterizar la comunidad de coleópteros presente en las formaciones subxerofíticas de los cerros de Santa Marta, así como comprobar posibles diferencias en algunos atributos (diversidad, riqueza, abundancia) de dicha comunidad entre cada uno de los cerros estudiados en tres períodos climáticos diferentes, lo cual contribuirá a crear una línea base biológica utilizando métodos de grupos indicadores como una alternativa que facilite monitorear los cambios en el tiempo de estos ecosistemas.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia las formaciones xerofíticas y subxerofíticas tropicales han sufrido largos e intensos procesos de conversión, lo cual ha tenido un efecto neto en la disminución de su cobertura arbustiva y arbórea, dando paso a pastizales y suelos desnudos (Instituto Alexander Von Humboldt IAvH 1998a). Tal es caso de la vegetación subxerofítica de los cerros de la ciudad de Santa Marta, que en los últimos 20 años han sido modificados de manera significativa, principalmente por acción antropogénica (Roca 1986).

El conocimiento que se tiene de la fauna que habita en las formaciones xerofíticas y subxerofíticas es escaso; para el caso de los cerros de Santa Marta, es poca la información que se tiene acerca de la coleopterofauna que habita en éstos y que puede estar siendo afectada por la intervención antropogénica antes mencionada, lo que impide tomar decisiones acertadas sobre conservación de especies, uso sostenible o transformación de estos ecosistemas.



3. ANTECEDENTES

En el ámbito mundial Crowson es considerado uno de los más estudiosos del orden Coleoptera en el período comprendido entre 1940 y 1980, ocupándose de diferentes tópicos sobre la biología y ecología del grupo (Amat *et al.* 1999).

Para la región Neotropical se conocen 72.476 especies pertenecientes a 127 familias diferentes. Aunque el número de especies descritas pueda ser un poco mayor (probablemente debe alcanzar la cifra de los 100.000), el conocimiento de los coleópteros neotropicales es aún muy incipiente y la mayoría de la información existente, se encuentra dispersa en distintas publicaciones de ámbito regional y mundial (Costa 2000).



En Colombia, la información que se tiene acerca del grupo se fundamenta en las bases de datos de las principales colecciones de referencia entomológicas del país, prospecciones de entomofauna locales y regionales, publicaciones sobre inventarios y el trabajo de especialistas nacionales y extranjeros, que han permitido una primera aproximación global a la situación taxonómica del país. Actualmente, sólo se tiene información taxonómica del 10% de las familias que contiene el orden, con un total de 5896 especies descritas para Colombia (Amat *et al.* 1999). Sin embargo, cabe destacar que la mayoría de los trabajos se han

realizado sobre la superfamilia Scarabeoidea, muestra de ello son los estudios realizados por Amat-García & Reyes-Castillo (2002) sobre la familia Passalidae; Pardo-Locarno & Rubiano (1994), Medina & Kattan (1996), Pardo-Locarno & Henao (1996), Amat-García *et al.* (1997), Escobar (1997), Pardo-Locarno (1997), Escobar (2000a), Escobar (2000b), Medina *et al.* (2001), Bustos-Gómez & Lopera (2003), Pulido *et al.* (2003) en Scarabaeidae, entre otros. Para otras familias destacan los trabajos de García *et al.* (2001) para Staphylinidae, Martins & Galileo (2003) acerca de los Cerambycidae de Colombia. Finalmente, Pardo-Locarno & Puerta (1990) realizaron un estudio taxonómico y ecológico de las familias de Coleoptera de la zona plana del Valle del Cauca.

En el ámbito regional, Escobar (1998), realizó un análisis de los coleópteros coprófagos de los bosques secos del caribe colombiano, incluyendo un sector del Parque Nacional Natural Tayrona, específicamente en la zona de Neguanje. Así mismo, actualmente, se encuentra en desarrollo el proyecto "Diversidad de Insectos en Colombia", con el objetivo de generar herramientas fiables para estudios de biodiversidad y estrategias de conservación de este grupo en Colombia (Campos & Fernández 2002). Dicho proyecto incluye dentro de sus estaciones de muestreo el Parque Nacional Natural Tayrona y la Sierra Nevada de Santa Marta. Así mismo, Camero (2003) realizó una caracterización de la familia Carabidae (Coleoptera) en un perfil altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta, constituyéndose en los sitios de muestreo más próximos al área de estudio de interés del presente trabajo. Aun así, para el caso particular de los cerros de Santa

Marta, sólo se tiene conocimiento del trabajo realizado por Jiménez-Ferbans *et al.* (2004) quienes realizan un inventario preliminar de la coleopteroфаuna que allí habita durante el período seco, constituyéndose en el primer esfuerzo por conocer este grupo de insectos en las formaciones subxerofíticas de los cerros de Santa Marta.



4. IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN

A pesar del área relativamente pequeña que ocupan las formaciones xerofíticas en Colombia y de su bajo número de especies en comparación con las formaciones vegetales húmedas montanas y de tierras bajas, el conocimiento de la flora y fauna de estas formaciones es pobre (IAvH 1998a).

Los cerros de Santa Marta, se caracterizan por presentar formaciones subxerofíticas tropicales (Hernández y Sánchez 1992), en los últimos años este zonobioma ha venido sufriendo una fuerte intervención antrópica. Efectos de dicha intervención son la tala, quemas y recientemente la colonización, lo cual coloca a este tipo de bosque y a las comunidades nativas que alberga en peligro de desaparecer. Los programas de conservación de recursos genéticos de estas formaciones vegetales son una prioridad, pues en la actualidad estas formaciones están reducidas tanto por las condiciones climáticas generales que favorecen a las formaciones vegetales húmedas, como por el acelerado proceso de conversión y degradación de estos ecosistemas xerofíticos. Para esto es indispensable conocer el tamaño de las poblaciones de especies raras, las cuales serían más susceptibles de extinción local o regional (IAvH 1998a).



En el caso de los insectos y especialmente de los coleópteros son escasas las publicaciones acerca de este grupo en este zonobioma (IAvH 1998a). Para el caso particular de los cerros de Santa Marta, no existen trabajos rigurosos de este tipo que faciliten el planteamiento de estrategias de conservación de las formaciones subxerofíticas de los cerros de la ciudad. De ahí la importancia de realizar estudios con estos grupos, considerados indicadores ecológicos, los cuales son una herramienta indispensable para el estudio del funcionamiento de ecosistemas y en dichas tareas de conservación. Además, este conocimiento es relevante para determinar rangos de distribución de especies, identificar áreas críticas de alta biodiversidad e identificar asociaciones con ecosistemas y entre especies. En este sentido cobra importancia la realización de trabajos que busquen probar la posible incidencia de los factores medioambientales sobre los atributos de la comunidad. De tal forma que sea posible, a futuro, utilizar esta información para hacer un seguimiento y monitoreo de los cambios en el área estudiada (Roig-Juñent et al. 2002; Campos & Fernández 2002; Noriega 2002).



5. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

Caracterizar la comunidad de coleópteros presente en las formaciones subxerofíticas tropicales de los cerros de Santa Marta.

5.2 ESPECIFICOS

- Estimar algunos atributos de la estructura de la comunidad de coleópteros presentes en el bosque subxerofítico de los cerros de Santa Marta, como son: diversidad, riqueza, abundancia y dominancia.
- Comparar la abundancia, diversidad, riqueza y dominancia de la coleopterofauna presente en tres cerros de la ciudad de Santa Marta (San Fernando, La Llorona y La Cueva).
- Determinar la variación en la composición y abundancia de la comunidad de coleópteros de los cerros de Santa Marta en tres períodos climáticos diferentes (seco, transición y lluvioso).



6. METODOLOGÍA

6.1 Área de Estudio

El estudio se realizó en tres puntos de muestreo, que corresponde a los cerros La Llorona, La Cueva y San Fernando, estos cerros forman parte del sistema orográfico de la Sierra Nevada de Santa Marta y se ubican en el casco urbano de la ciudad de Santa Marta, geológicamente están constituidos por rocas metamórficas de esquistos micáceos (Figura 1).

La ciudad posee un clima muy árido con una precipitación anual promedio de 529,5 mm al año (Frayter *et al.* 2000). Dicho clima está marcadamente determinado por la influencia de los vientos alisios del nordeste, de manera que cuando éstos soplan con fuerza (diciembre-abril y julio-agosto) las lluvias son muy escasas y el ambiente es drásticamente seco; en los meses restantes los alisios son usualmente débiles y las lluvias se presentan con mayor presencia (Salzwedel & Müller 1983). Cabe destacar que éste régimen de precipitación puede presentar variaciones, en cuanto al inicio y finalización de estos períodos. Para el caso del año en que se realizaron los muestreos del presente estudio, el primer período de lluvia inicio hacia finales del mes de mayo y se extendió hasta el mes de octubre del mismo año.



6.1.1 Estaciones de muestreo

El cerro La Llorona está situado al sur occidente de la ciudad a los 11° 12' 36,5"N y 74° 12' 25,9W, con una altitud aproximada de 370 m.s.n.m. Este cerro posee pendientes altas, por ende no permite la acumulación de humedad adecuada y la vegetación es de tipo subxerofítico caracterizada por la presencia de *Mimosa leiocarpa*, *Gyrocarpus americanus*, *Opuntia wentiana*, *Pereskia colombiana* y *Lemaireocereus griseus*. (Schnetter 1968, Roca 1986).

El cerro San Fernando está situado al sur occidente de la ciudad a los 11° 13' 01,8"N y 74° 12' 12,1"W, con una altitud aproximada de 263 m.s.n.m, éste se encuentra separado del cerro La Llorona por una hondonada que comunica a la ciudad de Santa Marta (norte) con el Rodadero y Gaira (sur). Al igual que el cerro La Llorona éste posee pendientes altas, lo que no permite la acumulación de humedad adecuada y la vegetación es de tipo subxerofítico caracterizada por la presencia de *Mimosa leiocarpa*, *Gyrocarpus americanus*, *Opuntia wentiana*, *Pereskia colombiana* y *Lemaireocereus griseus*. Sin embargo el cerro San Fernando soporta el impacto de fuertes vientos, debido a que este es un cerro netamente costero, por lo tanto su vegetación es más escasa (Schnetter 1968, Roca 1986).

El cerro La Cueva se encuentra al norte de la ciudad a los 11° 15' 24,6"N y 74° 12' 15,1"W con una altitud de 300 m.s.n.m. Este cerro presenta pendientes más

suaves con mayor retención de humedad. La vegetación subxerofítica está caracterizada por la presencia de *Burcera graveolens* y *Burcera simarouba* (Roca 1986).

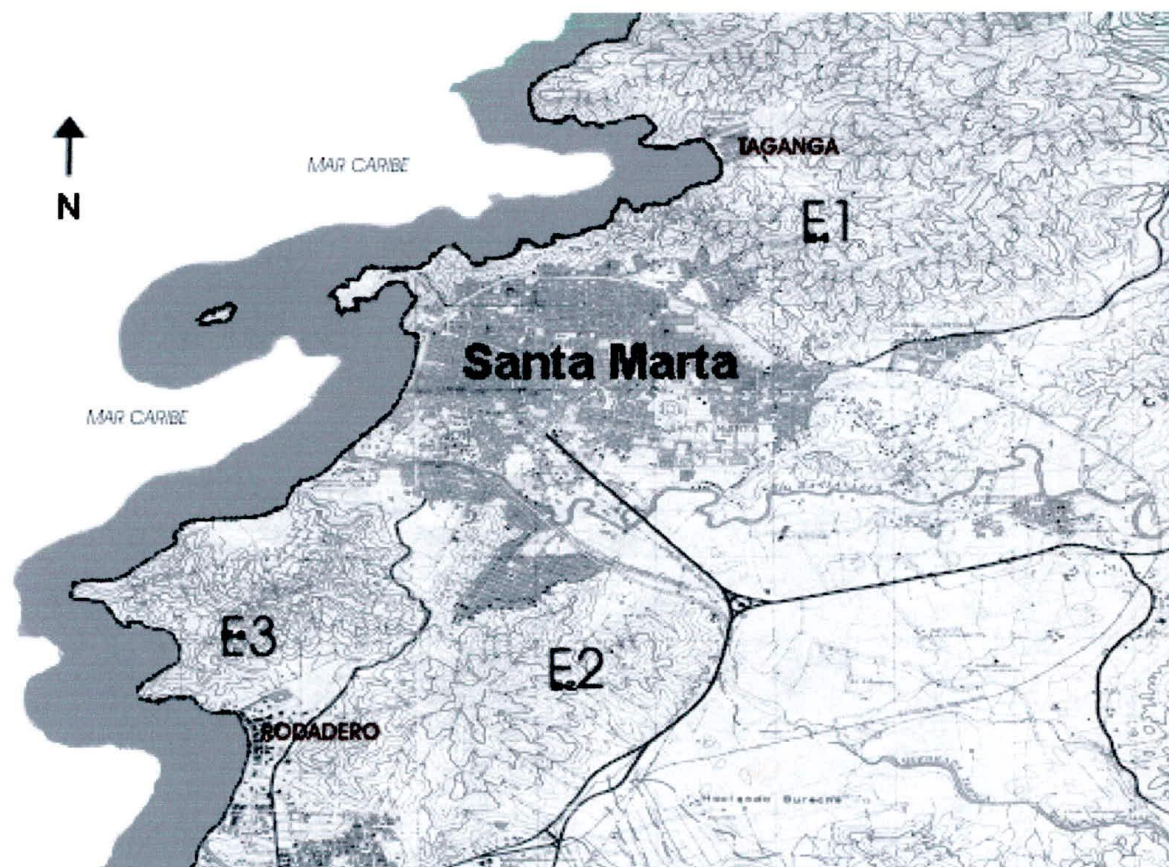


Figura 1 Mapa del área de estudio en el que se indican las estaciones de muestreo (E₁: Cerro La Cueva; E₂: Cerro la Ilorona; E₃: Cerro San Fernando). Fuente: IGAC, 1979. Escala 1:2500.

6.2. Fase de Campo

Se realizaron tres muestreos atendiendo a tres épocas climáticas diferentes del año 2004. El primero correspondió a un período seco (marzo), el segundo a la transición entre un período seco y un período lluvioso (mayo) y finalmente al primer período de lluvias del año (julio).

En cada cerro se realizaron dos tipos de colectas: diurna y nocturna. Para el muestreo diurno, se procedió a coleccionar mediante cuatro métodos, mientras que la colecta nocturna se realizó con un sólo método. En cada uno de los transectos establecidos para cada cerro, se midieron de manera complementaria algunos factores medioambientales que pueden afectar a la comunidad de coleópteros, como la temperatura y la humedad relativa ambiental, para lo cual se utilizó un termómetro de mercurio y un higrómetro (Sling, F. Spirit 03222-20), respectivamente. Los métodos de colecta empleados fueron:

1. *Trampas de caída tipo Pitfall*, compuestas por un vaso plástico de 16 Onzas, con 100ml de solución detergente, enterrado al nivel del suelo al cual se le acondicionó un alambre en forma de "U" invertida en donde se instaló un vaso de una onza con excremento humano (Escobar 2000). Estas trampas sirven para coleccionar coleópteros epigeos y coprófagos (Barberena-Arias & Aide 2002). Para cada uno de los cerros se ubicaron tres transectos con seis trampas de caída separadas aproximadamente 30 m entre sí, cubriendo una distancia de 150 m por transecto. Las trampas se retiraron 48 horas después de haber sido colocadas en cada uno de los transectos, lo cual comprendió un total de 1296 horas de captura divididas equitativamente entre los tres cerros muestreados. La selección de la ubicación de cada transecto, se realizó según las condiciones topográficas del terreno en zonas de difícil acceso para personal ajeno al equipo de trabajo y que fueran representativas de las condiciones de cada cerro. Con base en visitas previas al área de estudio, se establecieron 10 zonas que cumplieron con las condiciones

anteriormente mencionadas, de las cuales se escogieron aleatoriamente tres de éstas para la ubicación de los transectos, guardando siempre una distancia mínima entre cada transecto de 70 metros.

2. *Recolección de hojarasca*: ésta se realizó de acuerdo con la metodología de García *et al.* (2001). Se colectaron cinco litros de hojarasca por transecto que fueron cernidos en un tamiz de ojo de malla de 1 cm, devolviéndose la hojarasca sobrante al bosque. Los sitios para la recolección de la hojarasca, se establecieron lo más cercano posible al punto medio de cada transecto. El material cernido se llevó al laboratorio en donde se separaron los especímenes por escrutinio visual. En total se cernieron 135 litros de hojarasca.

3. *Colecta manual*: ésta se realizó con pinzas entomológicas durante 15 minutos en variedad de sustratos como hojarasca, troncos en descomposición, corteza de la vegetación y suelo (García *et al.* 2001) por cada transecto, en total se invirtieron 27 horas / hombre. Adicionalmente, en cada cerro se colectaron 15 Epífitas de la especie *Tillandsia recurvata*, las cuales se seleccionaron con un tamaño aproximadamente igual (30 cm de alto por 50 cm de diámetro) y seguidamente revisadas *in situ*.

4. *Jameo*: De manera complementaria se realizó un barrido con red entomológica de 30 cm de diámetro a los sustratos herbáceos, arbustivos y arbóreo en cada

transecto, los cuales tuvieron una duración de 15 minutos cada uno, en total se invirtieron 20,25 horas / hombre en esta actividad.

5. *Trampas de Luz*: se basó en la metodología seguida por Pardo & Puerta (1990), utilizando una lámpara recargable SANYO 256, que consta de un tubo de luz negra (UV) y uno de luz blanca. Se ubicó una trampa de luz en cada cerro entre las 8:00 y las 10:00 p.m. durante los muestreos realizados, en total se emplearon 18 horas en la colecta nocturna.



6.3 Fase de Laboratorio

Todo el material colectado se depositó en frascos, debidamente rotulados, con alcohol al 70%. Una vez en el laboratorio las muestras fueron fijadas en solución de Hood (Sáenz y De La Llana 1990) para su posterior determinación hasta el nivel de familia y morfoespecie. Se utilizó un microscopio estereoscopio NIKON y claves especializadas para el orden (Borror et al 1989, Sáenz y De La Llana 1990, Romoser & Stoffolano 1998; Choate 1999 y Lawrence *et al*, 1999).

6.4. Análisis de los Datos

La estimación de los atributos de la estructura de la comunidad como son: riqueza, abundancia, diversidad y dominancia se efectuó a través del programa PRIMER (1994) de la siguiente manera:

6.4.1. Abundancia

Se tomó como el número de individuos por especies o morfoespecies (Magurran 1998).

6.4.2. Índice de Riqueza

Ésta se tomó como el número de especies o morfoespecies para cada transecto de cada cerro, incluyendo los resultados de los diferentes métodos de colecta utilizados, lo que corresponde al índice Hill (N0) (Magurran 1998).

6.4.3. Índice de Diversidad

Se estimó a partir del índice de Shannon–Wiener, el cual refleja tanto la equidad como la riqueza de las entidades y se calcula con la siguiente formula (Magurran 1998):

$$H = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

Donde: $P_i = n_i/N$, es decir la probabilidad de que un individuo pertenezca a la especie i .

n_i = número de individuos de la especie i .

N = número total de individuos.

S = número de especies.



6.4.4. Índices de Dominancia y Equidad.

Para ello se utilizó la medida de dominancia de Simpson, la cual está enfocada hacia la importancia de las especies numéricamente dominantes, la equidad se tomó como el inverso de dicho índice (Krebs 1999).

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^s P_i^2}$$

Donde: D = Dominancia de simpson

S = riqueza en cada cerro.

P_i = proporción de la especie i-ésima en la muestra (n_i/N).



6.4.5. Análisis de la distribución espacio-temporal de la comunidad.

6.4.5.1. Abundancia

Para determinar las diferencias en la abundancia de la coleopterofauna capturada con trampas de caída, en cada uno de los cerros durante los tres períodos climáticos de muestreo, se realizó un Análisis de Varianza (ANOVA) a dos vías, (factores Cerro y Período) previa transformación de los datos (Log X+1) con el fin de que se cumplieran los supuestos de normalidad y homoscedasticidad de los mismos. Para el caso de efecto significativo de los factores, se realizó una prueba de comparación múltiple de medias (prueba Tukey) (Zar 1996) estos procedimientos fueron realizados en por medio del programa SPSS (2001).

6.4.5.2. Riqueza y Composición

Se aplicó un análisis de varianza a dos vías a los datos de riqueza de especies obtenidos a partir de las trampas de caída, a fin de evaluar la incidencia de los factores Cerro y Período sobre este atributo de la comunidad. Seguidamente se aplicó una prueba de comparación múltiple de medias para estimar diferencias entre los tratamientos de los dos factores (prueba Tukey) (Zar 1996).

Las curvas de estimación de especies se realizaron aplicando los índices de estimación Chao 1 y Jack-knife 1 basándose en el programa EstimateS 5.0 (1997). Cabe anotar que para la realización de estas curvas, se utilizaron únicamente los datos provenientes de las trampas de caída.

Para determinar las diferencias entre comunidades y la complementariedad entre las estaciones para cada período, se utilizó el índice ($C_{jk} = U_{jk}/S_{jk}$) propuesto por Colwell & Coddington (1994), que sirve como medida de recambio de las especies entre los diferentes sitios de muestreo (cerros). El valor de este índice varía entre 0 y 1; siendo 1 el valor que representa la mayor diferencia. De igual forma, para evaluar las diferencias en la composición y abundancia, se empleó el índice de similaridad de Bray-Curtis y los resultados fueron expresados gráficamente en un dendrograma mediante la aplicación del programa Biodiversity 2.0 (1997). Este análisis se realizó para cada uno de los métodos de captura empleados y para el caso de las técnicas aplicadas en diferentes sustratos las comparaciones se referirán a un sustrato específico. Así mismo se realizó un análisis de la

composición global para cada cerro en cada período de muestreo, en el que se sumaron los resultados obtenidos en todos los métodos de captura.

6.5. Efectividad de los Métodos de Colecta Empleados.

Finalmente se presentan comparativamente los resultados de abundancia y riqueza de especies obtenidos a partir de cada uno de los métodos de colecta empleados, a fin de conocer la posible variación en la efectividad de los mismos a lo largo de los tres períodos de muestreo.



7. RESULTADOS

7.1. Variables Ambientales

Los registros de las variables ambientales medidas se resumen en la Tabla 1. El análisis de los valores muestra que durante el período lluvioso se presentaron los registros más bajos de temperatura y los más altos de humedad relativa para los tres cerros en estudio.

Tabla 1. Resumen de los registros de Temperatura (T) y Humedad Relativa ambiental (HR) en cada uno de los cerros muestreados durante tres períodos climáticos diferentes. Las mediciones se realizaron entre las 7:00 y las 8:00 a.m. (CLC: Cerro La Cueva; CLL: Cerro La Llorona; CSF: Cerro San Fernando).

PERÍODO CLIMÁTICO	TRANSECTO	CLC		CLL		CSF	
		T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)	T (°C)	HR (%)
SECO	1	26,1	63,6	31,2	40	25,6	71,2
	2	26,7	61	30,6	54,1	26,7	72
	3	26,1	63,6	30	58,1	27,2	75,4
	PROMEDIO	26,3	62,7	30,9	50,7	26,5	72,9
TRANSICION	1	30,6	57,8	26,7	75	26,1	75,6
	2	28,9	51,6	26,7	79	26,1	71,6
	3	28,9	51,6	27,2	72,4	28,9	58,6
	PROMEDIO	29,4	53,7	26,9	75,5	27,0	68,6
LLUVIOSO	1	26,7	72	25,6	79,2	25,6	87,2
	2	25,6	75,2	26,1	79,6	25	82,8
	3	25,6	79,2	26,7	79	25	91,8
	PROMEDIO	25,9	75,5	26,1	79,3	25,2	87,3



7.2. Abundancia y Composición.

Se colectaron 9.613 individuos de Coleoptera distribuidos en dos subórdenes (Adephaga y Polyphaga), 11 superfamilias, 26 familias y 158 morfoespecies (Tabla 2). De este total, solamente 5 morfoespecies se presentaron en los tres Cerros para los tres períodos de muestreo (Subfamilia Ptininae morfotipo 1 y Familia Tenebrionidae morfotipos. 1, 2, 6 y 7).

La distribución de abundancia de especies está caracterizada por un alto número de morfoespecies con menos de 10 individuos (114 morfoespecies), representando el 72,2 % del total de morfoespecies colectadas (Figura 2). Así mismo el número de morfoespecies "Singleton" y "Doubleton" corresponden al 44% del total (51 y 19 morfoespecies respectivamente).

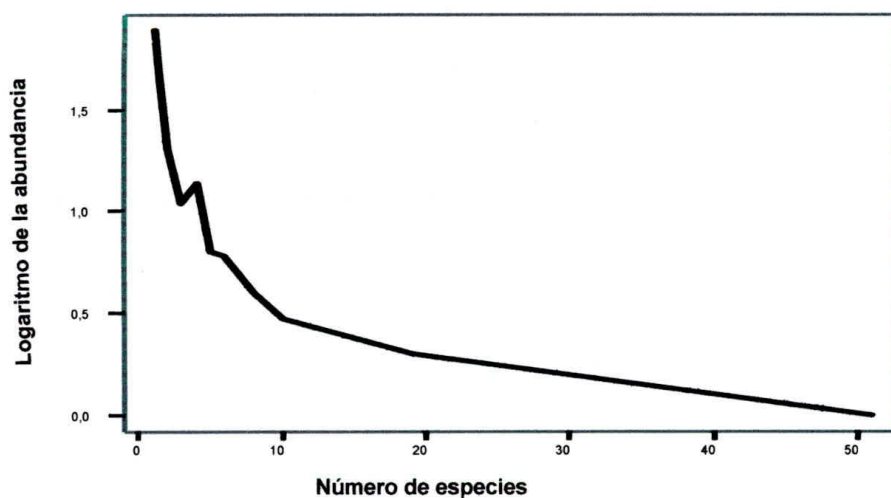


Figura 2 Distribución de abundancia de las morfoespecies de Coleoptera capturadas en tres Cerros de la ciudad de Santa Marta (Número de individuos en escala logarítmica).



Las familias más abundantes y con mayor número de morfoespecies para todo el estudio fueron: Tenebrionidae (6060 individuos, 17 morfoespecies), Scarabaeidae (1007 individuos, 16 morfoespecies), Anobiidae (876 individuos, 8 morfoespecies) Curculionidae (676 individuos, 18 morfoespecies), Chrysomelidae (377 individuos, 27 morfoespecies), Carabidae (248 individuos, 11 morfoespecies), y Cerambycidae (158 individuos, 15 morfoespecies). Representando estas familias el 97,81% del total de individuos colectados y el 70,89% de las morfoespecies identificadas (Figura 3). Cabe destacar que de las 26 familias encontradas, 14 son principalmente de hábitos fitófagos, 8 depredadoras y las restantes de hábitos saprófagos o coprófagos principalmente (Borror et al 1989, Sáenz y De La Llana 1990 y Lawrence *et al*, 1999).

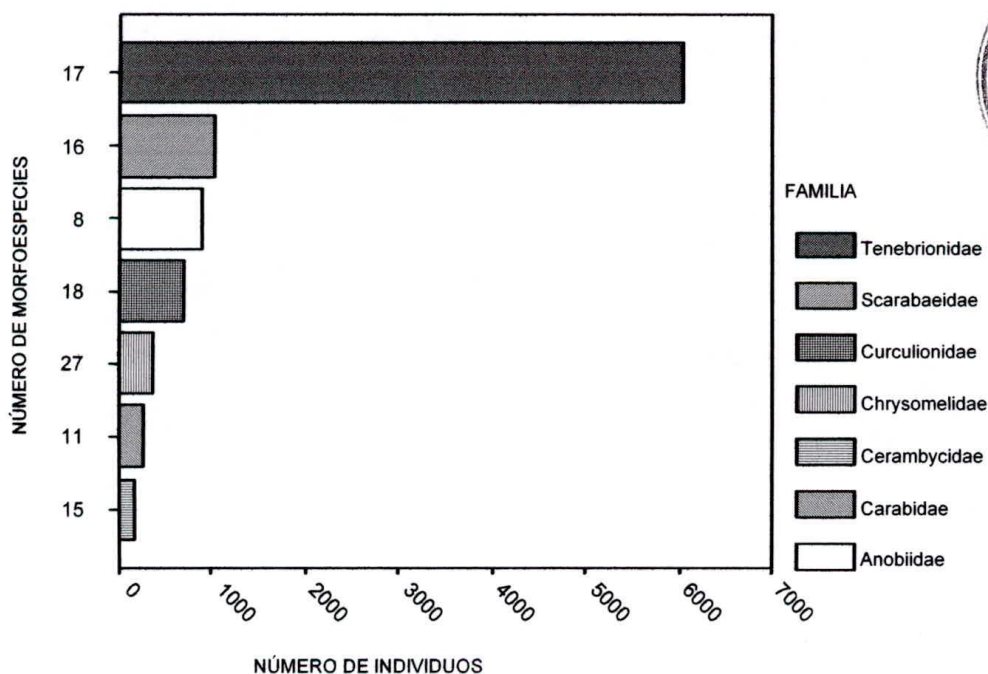


Figura 3 Abundancia y riqueza de morfoespecies para las familias más dominantes en tres Cerros de la ciudad de Santa Marta.

Tabla 2. Número de individuos por morfoespecies colectados en las diferentes épocas de muestreo para las tres estaciones de estudio. Según la clasificación de Lawrence *et al.* (1999). (CLC: Cerro la Cueva; CLL: Cerro la Llorona; CSF: Cerro San Fernando).

TAXA	Período									TOTAL
	Seco			Transición			Lluvioso			
	CLC	CLL	CSF	CLC	CLL	CSF	CLC	CLL	CSF	
Suborden ADEPHAGA										
Carabidae										
Morfotipo1	1	4	0	0	1	0	0	0	0	6
Morfotipo2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Morfotipo3	18	4	17	8	2	4	3	0	1	57
Morfotipo4	2	3	0	2	0	0	0	0	0	7
Morfotipo5	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Morfotipo6	0	0	1	2	1	0	46	6	26	82
Morfotipo7	0	0	0	0	38	0	0	0	0	38
Morfotipo8	0	0	0	0	45	1	0	1	1	48
Morfotipo9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Morfotipo10	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
Morfotipo11	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
Suborden POLYPHAGA										
Serie Staphyliniformia										
Superfamilia Hydrophylodea										
Histeridae										
Morfotipo1	5	0	3	2	8	1	15	0	4	38
Morfotipo2	0	0	1	1	0	0	0	0	3	5
Morfotipo3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Superfamilia Staphylinoidea										
Staphylinidae										
Morfotipo1	1	0	0	0	0	21	1	0	2	25
Serie Scarabaeiformia										
Superfamilia Scarabaeoidea										
Trogidae										
Morfotipo 1	0	0	0	0	3	2	1	13	1	20
Scarabaeidae										
Morfotipo 1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Morfotipo 2	1	0	0	2	2	4	7	3	76	95
Morfotipo 3	0	0	0	0	0	0	1	0		1
Morfotipo 4	0	0	0	0	0	4	34	32	3	73
Morfotipo 5	0	0	0	0	0	2	664	46	10	722
Morfotipo 6	0	0	0	0	0	1	4	0	0	5
Morfotipo 7	0	0	0	0	0	0	7	1	0	8
Morfotipo 8	1	0	0	0	0	0	32	11	0	44
Morfotipo 9	0	0	0	0	0	0	12	0	0	12
Morfotipo 10	0	0	0	0	0	0	6	1	0	7

Tabla 2. Continuación.

				Período						
TAXA	Seco			Transición			Lluvioso			TOTAL
	CLC	CLL	CSF	CLC	CLL	CSF	CLC	CLL	CSF	
Morfotipo 11	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Morfotipo 12	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Morfotipo 13	0	0	0	0	0	0	21	0	0	21
Morfotipo 14	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
Morfotipo 15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Morfotipo 16	0	0	0	0	0	0	8	2	0	10
Serie Elateriformia										
Superfamilia Buprestoidea										
Buprestidae										
Morfotipo 1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Morfotipo 2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Morfotipo 3	0	0	0	0	1	0	0	3	0	4
Morfotipo 4	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3
Morfotipo 5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Morfotipo 6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Superfamilia Elateroidea										
Elateridae										
Morfotipo 1	1	0	0	1	2	2	3	0	1	10
Morfotipo 2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Morfotipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Lycidae										
Morfotipo 1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Lampyridae										
Morfotipo 1	1	0	0	1	2	0	2	0	0	6
Serie Bostrichiformia										
Superfamilia Bostrichoidea										
Bostrichidae										
Morfotipo 1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Morfotipo 2	0	0	0	0	0	0	0	1		1
Morfotipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Lyctinae										
Morfotipo 1	5	0	6	0	0	0	1	0	6	18
Anobiidae										
Morfotipo 1	1	1	0	1	24	6	1	5	6	45
Morfotipo 2	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3
Morfotipo 3	0	0	0	0	47	5	0	2	2	56
Morfotipo 4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2
Morfotipo 5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Ptininae										
Morfotipo 1	142	259	187	27	18	31	4	3	85	756
Morfotipo 2	4	1	1	0	0	0	0	0	2	8

Tabla 2. Continuación.

TAXA	Período									
	Seco			Transición				Lluvioso		TOTAL
Morfotipo 3	0	4	0	1	0	0	0	0	0	5
Serie Cucujiformia										
Superfamilia Cleroidea										
Trogossitidae										
Morfotipo 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Cleridae										
Morfotipo 1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	3
Morfotipo 2	0	0	0	4	2	1	11	6	3	27
Morfotipo 3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Melyridae										
Morfotipo 1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Superfamilia Cucujoidea										
Nitidulidae										
Morfotipo 1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
Silvanidae										
Morfotipo 1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Endomychidae										
Morfotipo 1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
Morfotipo 2	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9
Coccinellidae										
Morfotipo 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Morfotipo 2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Morfotipo 3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Morfotipo 4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Morfotipo 5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Morfotipo 6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Morfotipo 7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Superfamilia Tenebrionoidea										
Mordellidae										
Morfotipo 1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Zopheridae										
Morfotipo 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Morfotipo 2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Tenebrionidae										
Morfotipo 1	775	280	1902	123	9	46	33	16	47	3231
Morfotipo 2	658	281	339	28	35	3	5	11	24	1384
Morfotipo 3	7	40	103	1	3	0	0	0	4	158
Morfotipo 4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Morfotipo 5	12	6	2	6	1	0	1	2	1	31
Morfotipo 6	18	17	32	11	70	23	20	20	42	253
Morfotipo 7	213	105	408	114	11	5	3	11	24	894
Morfotipo 8	1	0	0	0	0	4	0	0	0	5

Tabla 2. Continuación.

TAXA	Período									
	Seco				Transición			Lluvioso		TOTAL
Morfotipo 9	1	0	0	0	1	0	1	5	0	8
Morfotipo 10	0	1	6	0	0	0	0	1	0	8
Morfotipo 11	0	0	0	2	0	0	0	0	35	37
Morfotipo 12	0	0	0	0	5	0	0	0	0	5
Morfotipo 13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Morfotipo 14	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Morfotipo 15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Alleculinae										
Morfotipo 1	1	0	0	4	0	0	4	5	1	15
Morfotipo 2	0	0	0	0	0	0	19	5	0	24
Salpingidae										
Morfotipo 1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Anthicidae										
Morfotipo 1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Superfamilia Chrysomeloidea										
Cerambycidae										
Morfotipo 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Morfotipo 2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Morfotipo 3	0	0	1	0	0	0	0	4	2	7
Morfotipo 4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Morfotipo 5	0	0	0	0	1	0	2	0	3	6
Morfotipo 6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Morfotipo 7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Morfotipo 8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Morfotipo 9	0	0	0	0	72	49	2	2	0	125
Morfotipo 10	0	0	0	0	0	2	0	0	5	7
Morfotipo 11	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Morfotipo 12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Morfotipo 13	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Morfotipo 14	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Morfotipo 15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Chrysomelidae										
Morfotipo 1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Morfotipo 2	5	0	8	4	0	0	3	0	0	20
Morfotipo 3	1	1	1	10	6	0	1	1	1	22
Morfotipo 4	1	0	2	4	0	0	1	0	0	8
Morfotipo 5	0	3	0	0	1	0	0	0	0	4
Morfotipo 6	0	4	0	0	1	0	0	0	1	6
Morfotipo 7	0	0	0	2	1	0	4	0	12	19
Morfotipo 8	0	0	0	1	1	2	0	0	0	4
Morfotipo 9	0	0	0	4	9	2	8	12	10	45
Morfotipo 10	0	0	0	1	0	0	2	0	0	3

Tabla 2. Continuación.

					Período					
TAXA	Seco				Transición			Lluvioso		TOTAL
Morfotipo 11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Morfotipo 12	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2
Morfotipo 13	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Morfotipo 14	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
Morfotipo 15	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Morfotipo 16	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Morfotipo 17	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Bruchinae										
Morfotipo 1	7	4	1	0	0	0	1	0	0	13
Morfotipo 2	1	2	3	2	1	1	1	0	0	11
Morfotipo 3	37	1	0	101	8	3	2	3	1	156
Morfotipo 4	1	1	9	4	2	0	4	0	1	22
Morfotipo 5	0	4	1	0	2	1	1	0	1	10
Morfotipo 6	0	0	1		0	0	1	0	0	2
Morfotipo 7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Morfotipo 8	0	0	0	1	3	6	0	1	0	11
Morfotipo 9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Morfotipo 10	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
Superfamilia Curculionoidea										
Curculionidae										
Morfotipo 1	32	4	2	0	0	0	0	0	0	38
Morfotipo 2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	4
Morfotipo 3	3	2	1	0	3	0	0	0	0	9
Morfotipo 4	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Morfotipo 5	28	0	0	0	0	0	0	0	10	38
Morfotipo 6	21	0	0	2	0	0	0	0	0	23
Morfotipo 7	0	2	3	0	0	0	0	1	5	11
Morfotipo 8	1	0	0	0	0	0	1	0	2	4
Morfotipo 9	1	0	0	0	0	0	1	0	2	4
Morfotipo 10	0	1	0	0	1	0	3	0	1	6
Morfotipo 11	0	0	0	4	0	0	151	55	118	328
Morfotipo 12	0	0	0	1	0	0	66	28	9	104
Morfotipo 13	0	0	0	0	0	2	55	11	17	85
Morfotipo 14	0	0	0	0	0	0	3	6	1	10
Morfotipo 15	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Morfotipo 16	0	0	0	0	0	0	0	2	4	6
Morfotipo 17	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Morfotipo 18	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Familias sin Identificar										
Morfotipo 1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Morfotipo 2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Morfotipo 3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Tabla 2. Continuación.

TAXA	Periodo									
	Seco			Transición			Lluvioso			TOTAL
morfotipo 4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
morfotipo 5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
TOTAL 158 MORFOESPECIES 2021	1043	3044	493	458	245	1312	351	646		9613

La curva de acumulación de especies para individuos capturados mediante trampas de caída describe un comportamiento asintótico con tendencia a estabilizarse hacia una riqueza de 64. De acuerdo con la aplicación de los estimadores Chao 1 y Jack-knife 1 se observó que el número de morfoespecies colectadas son al menos entre el 80,86 y 88,52 % del total de especies esperadas para el área de estudio (Figura 4). Esto indica un buen grado de esfuerzo de muestreo para las estaciones en estudio.

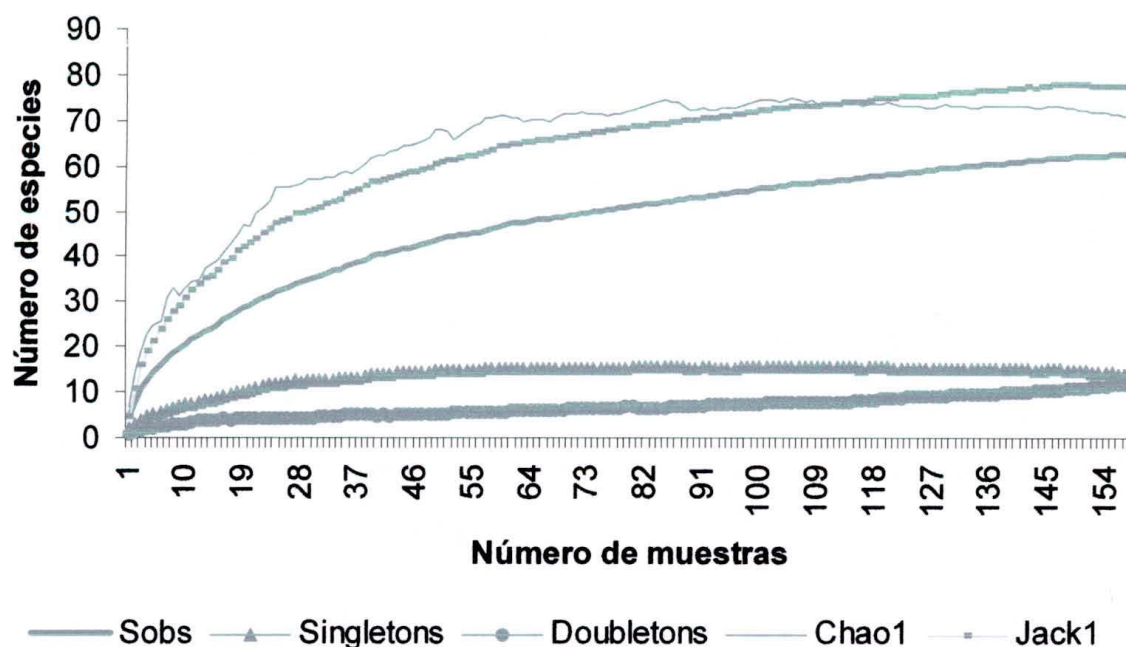


Figura 4. Curva de acumulación de especies y estimaciones de la riqueza de Coleoptera colectados mediante trampas de caída en tres Cerros de la ciudad de Santa Marta en tres períodos climáticos diferentes

7.3. Índices de Diversidad y Dominancia

La mayor diversidad según el índice de Shannon-Wiener se presentó en el cerro la Llorona para el período lluvioso, mientras que la menor se presentó en el cerro San Fernando durante el período seco. Así mismo, la mayor equidad para todo el estudio se consiguió, según los índices de Shannon-Wiener y Simpsons (Krebs 1999), en el cerro La Llorona período lluvioso (Tabla 3).

Tabla 3. Índices de diversidad para cada una de las estaciones para los diferentes períodos muestreados. (CLCS: Cerro la Cueva período Seco; CLLS: Cerro la Llorona período Seco; CSFS: Cerro San Fernando período Seco; CLCTR: Cerro la Cueva período Transición; CLLTR: Cerro la Llorona período Transición; CSFTR: Cerro San Fernando período Transición; CLCLL: Cerro la Cueva período Lluvioso; CLLLL: Cerro la Llorona período Lluvioso; CSFLL: Cerro San Fernando período Lluvioso).

Índices	CLCS	CLLS	CSFS	CLCTR	CLLTR	CSFTR	CLCLL	CLLLL	CSFLL
Shannon H' Log Base 10,	0,754	0,791	0,562	1,012	1,247	1,172	0,961	1,345	1,302
Shannon Hmax Log Base 10,	1,653	1,505	1,462	1,643	1,716	1,58	1,851	1,663	1,778
Shannon J'	0,456	0,525	0,384	0,616	0,727	0,742	0,519	0,809	0,732
Dominancia de Simpsons (D)	0,27	0,218	0,426	0,164	0,086	0,108	0,278	0,068	0,083
Equidad de Simpsons (1/D)	3,705	4,595	2,349	6,089	11,632	9,262	3,603	14,688	12,082
Números de Hill H0	45	32	29	44	52	38	71	46	60

7.4. Distribución espacio temporal de la riqueza y abundancia de la coleopterofauna.

7.4.1. Cerro La Cueva

En este cerro fueron colectados 3.826 individuos pertenecientes a 21 familias y 105 morfoespecies de Coleoptera. El mayor número de individuos fue capturado

durante el período seco, en tanto que la mayor riqueza se alcanzó en el período lluvioso (Tabla 4). Así mismo, el número de morfoespecies exclusivas y compartidas para este cerro fue mayor durante el período lluvioso (Tabla 5).

Tabla 4. Abundancia y riqueza de Coleoptera en el Cerro La Cueva para los tres períodos climáticos del estudio.

CERRO LA CUEVA				
PERÍODO CLIMÁTICO	Abundancia	% Abundancia	Riqueza	% Riqueza
SECO	2021	52,8	46	43,8
TRANSICIÓN	493	12,9	44	41,9
LLUVIOSO	1312	34,3	71	67,6
TOTAL	3826	100,0	105	

Tabla 5. Morfoespecies de Coleoptera compartidas y exclusivas en tres cerros de Santa Marta para tres períodos climáticos (CLC: Cerro la Cueva; CLL: Cerro la Llorona; CSF: Cerro San Fernando).

PERÍODO CLIMÁTICO									
SECO			TRANSICION			LLUVIOSO			
Morfoespecies	CLC	CLL	CSF	CLC	CLL	CSF	CLC	CLL	CSF
Exclusivas por Período	21	7	6	20	22	14	31	11	21
Compartidas por Período	25	25	23	24	30	24	40	35	39
Total	46	32	29	44	52	38	71	46	60

7.4.1.1. Trampas de Caída.

El mayor número de individuos capturados con este método y la mayor cantidad de morfoespecies se encontró en el período seco, 1924 individuos y 30 morfoespecies. Mientras que en el período de transición se presentaron las menores abundancias y riquezas, 289 y 12 respectivamente (Tabla 6). La Figura 5

muestra la curva de acumulación de especies para individuos capturados mediante trampas de caída en el Cerro la Cueva durante tres periodos climáticos, la cual muestra una tendencia a estabilizarse hacia una riqueza de 50. Conforme con la aplicación de los estimadores Chao 1 y Jack-knife 1 se observó que el número de morfoespecies colectadas son al menos entre el 73,52 y 75,31 % del total de especies esperadas para este cerro.

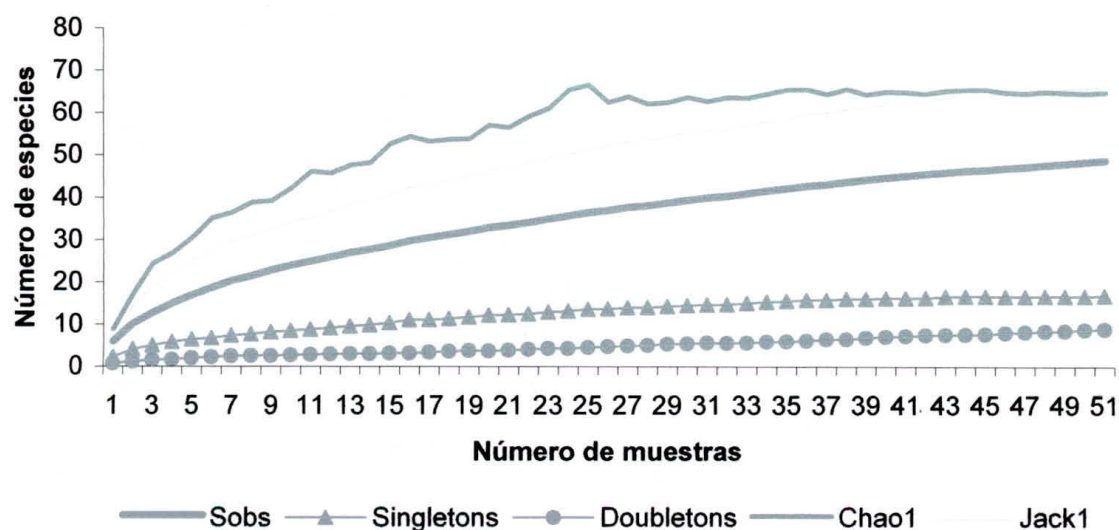


Figura 5. Curva de acumulación de especies y estimaciones de la riqueza de Coleoptera colectados mediante trampas de caída en el Cerro la Cueva en tres periodos climáticos diferentes.

7.4.1.2. Colecta Manual.

Los resultados obtenidos con este método de captura son mostrados en la Tabla 6. De los cuatro sustratos revisados, sólo la colecta en suelo presentó sus valores mayores en el periodo seco, los otros tres presentaron los valores máximos de abundancia y riqueza en el periodo lluvioso.

7.4.1.3. Jameo.

Similar a lo ocurrido en la colecta manual, las mayores abundancias y riquezas para el jameo se presentaron en el período lluvioso, salvo para el caso del sustrato arbóreo que presentó su valor más alto de riqueza en el período de transición (Tabla 6).

7.4.1.4. Colecta de Epífitas.

A diferencia de los demás métodos de colecta empleados, la colecta de epífitas mostró los mayores valores de abundancia en el período de transición, mientras que la riqueza presentó los valores más altos tanto en el período seco, como en transición (Tabla 6).

7.4.1.5. Trampa de Luz.

Este método presentó los valores más altos de abundancia y riqueza, durante el período lluvioso. Cabe destacar que la colecta nocturna presentó los valores más bajos en cuanto a riqueza y abundancia se refiere para los períodos de seca y transición (Tabla 6).

7.4.1.6. Colecta de Hojarasca.

Este método reportó los mayores valores de abundancia y riqueza durante los períodos de seca y transición, los cuales mantuvieron igual proporción de estas dos variables (Tabla 6).

Tabla 6. Abundancia y riqueza de Coleoptera encontrada en el Cerro la Cueva según el método de colecta empleado en tres periodos climáticos. TC: trampa de caída; CMS: Colecta manual suelo; CMH: Colecta manual hojarasca; CMT: Colecta manual tronco; CMC: Colecta manual corteza; JHERB: Jameo herbáceo; JARBU: Jameo arbustivo; JARBO: Jameo arbóreo; EPI: Epífitas; CN: Colecta nocturna; CH: Colecta de hojarasca.

Método de Colecta	Período					
	Seco		Transición		Lluvioso	
	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza
TC	1924	30	289	12	826	24
CMS	13	7	9	3	7	4
CMH	2	2	2	1	14	5
CMT	2	2	2	2	13	6
CMC	1	1	15	7	22	12
JHER	0	0	10	8	44	10
JARBU	0	0	11	7	121	13
JARBO	1	1	21	10	151	9
EPI	67	12	124	12	24	8
CN	2	2	1	1	86	24
CH	9	4	9	4	4	2

7.4.2. CERRO LA LLORONA.

En éste cerro se colectaron 1.852 individuos pertenecientes a 22 familias y 89 morfoespecies de Coleoptera. El mayor número de individuos fue capturado durante el período seco, en tanto que la mayor riqueza se alcanzó en el período de transición (Tabla 7). Así mismo, el número de morfoespecies exclusivas y compartidas fue más alto durante los períodos de transición y lluviosa respectivamente (Tabla 5).

Tabla 7. Abundancia y riqueza de Coleoptera en el Cerro la Llorona para los tres periodos climáticos del estudio.

CERRO LA LLORONA				
PERÍODO CLIMATICO	Abundancia	% Abundancia	Riqueza	% Riqueza
SECO	1043	56,3	32	36,0
TRANSICIÓN	458	24,7	52	58,4
LLUVIOSO	351	19,0	46	51,7
TOTAL	1852	100,0	89	

7.4.2.1. Trampas de caída.

La mayor abundancia y riqueza al aplicar este método, se obtuvo durante el período seco, mientras que los valores más bajos se presentaron en el período de transición (Tabla 8). La curva de acumulación de especies para individuos capturados mediante trampas de caída en este cerro muestra un comportamiento asintótico, cuya estabilización se presenta hacia una riqueza de 29 especies. De acuerdo con la aplicación de los estimadores Chao 1 y Jack-knife1 se observó que el número de morfoespecies colectadas son al menos entre el 80,14 y 86,15 % del total de especies esperadas en el Cerro la Llorona (Figura 6).

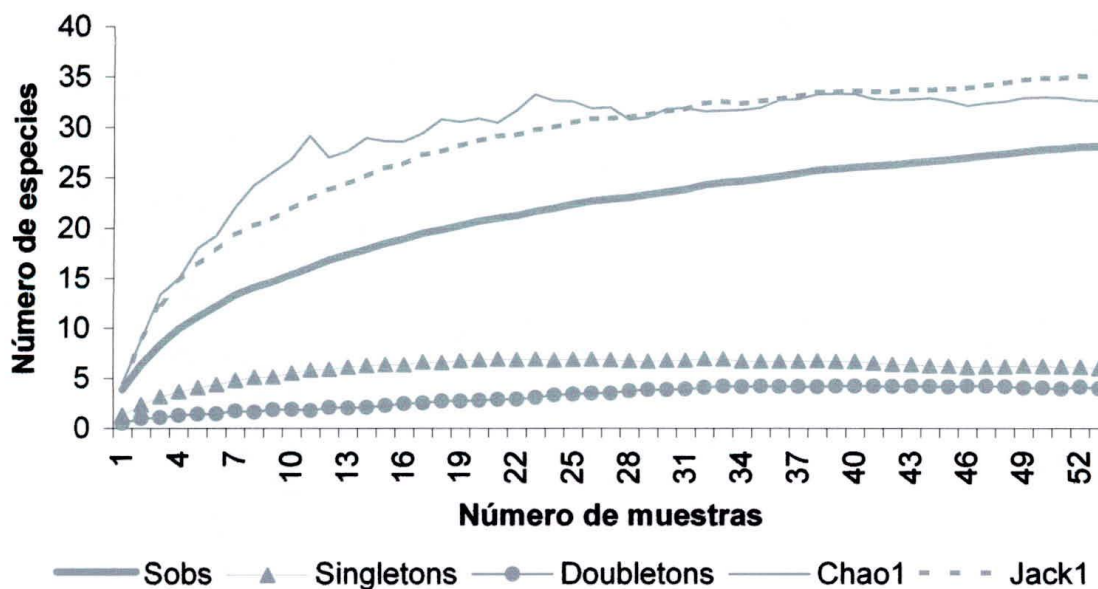


Figura 6. Curva de acumulación de especies y estimaciones de la riqueza de Coleoptera colectados mediante trampas de caída en el Cerro la Llorona en tres períodos climáticos diferentes.

7.4.2.2. Colecta Manual.

La colecta manual en suelo y hojarasca fue aumentando sus valores de abundancia y riqueza a partir del período seco, hasta alcanzar los mayores valores en el período lluvioso, mientras que la colecta manual en tronco y corteza presentó los valores más altos durante los períodos de seca y transición respectivamente (Tabla 8).

7.4.2.3. Jameo.

Los jameos herbáceo, arbustivo y arbóreo presentaron los valores más altos de abundancia en el período lluvioso, al igual que la riqueza para los dos primeros, con excepción de la riqueza para el jameo arbóreo, la cual fue más alta durante transición (Tabla 8).

7.4.2.4. Colecta de Epífitas.

La colecta de Epífitas no mostró marcadas diferencias entre períodos de muestreo, ya que la abundancia y la riqueza se mantuvieron iguales en seca y en transición, con un leve incremento de la abundancia durante el período lluvioso (Tabla 8).

7.4.2.5. Trampa de Luz.

La colecta nocturna presentó valores muy elevados de abundancia y riqueza durante el período de transición. En tanto que para a época seca sólo se colectaron 8 individuos (Tabla 8).

7.4.2.6. Colecta de Hojarasca.

Este método presentó los valores más altos de abundancia y riqueza durante el período lluvioso. El número de especies para todas las épocas no presentó variaciones tan altas como las que se presentaron en la abundancia (Tabla 8).

Tabla 8. Abundancia y riqueza de Coleoptera encontrada en el Cerro la Llorona según el método de colecta empleado en tres períodos climáticos. TC: trampa de caída; CMS: Colecta manual suelo; CMH: Colecta manual hojarasca; CMT: Colecta manual tronco; CMC: Colecta manual corteza; JHERB: Jameo herbáceo; JARBU: Jameo arbustivo; JARBO: Jameo arbóreo; EPI: Epífitas; CN: Colecta nocturna; CH: Colecta de hojarasca.

Método de Colecta	Período					
	Seco		Transición		Lluvioso	
	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza
TC	994	17	81	11	117	15
CMS	1	1	3	2	9	7
CMH	0	0	4	2	12	6
CMT	7	2	0	0	3	2
CMC	1	1	10	5	6	3
JHER	4	3	1	1	28	7
JARBU	1	1	12	5	36	9
JARBO	3	2	11	9	59	7
EPI	19	9	19	9	22	8
CN	8	5	310	23	38	13
CH	5	4	7	3	21	5

7.4.3. CERRO SAN FERNANDO.

En este cerro se colectaron 3.935 individuos pertenecientes a 19 familias y 83 morfoespecies de Coleoptera (Tabla 2). El mayor número de individuos se capturó durante el período seco, en tanto que la mayor riqueza se alcanzó en el período lluvioso (Tabla 9). Así mismo, el número de morfoespecies exclusivas y compartidas fue más alto durante el período lluvioso (Tabla 5).

Tabla 9. Abundancia y riqueza de Coleoptera en el Cerro San Fernando para los tres periodos climáticos del estudio.

CERRO SAN FERNANDO				
PERÍODO CLIMATICO	Abundancia	% Abundancia	Riqueza	% Riqueza
SECO	3044	77,4	29	34,9
TRANSICIÓN	245	6,2	38	45,8
LLUVIOSO	646	16,4	60	72,3
TOTAL	3935	100,0	83	

7.4.3.1. Trampas de caída.

Con este método se colectó el mayor número de individuos durante el periodo seco, representando la mayor abundancia por método de colecta durante todo el estudio. Mientras que la mayor riqueza se presentó durante el periodo lluvioso (Tabla 10).

La curva de acumulación de especies para este caso logra su estabilización alrededor de las 34 morfoespecies. El comportamiento descrito por la curva de acumulación y el ajuste de esta con los estimadores calculados (Chao 1 y Jackknife 1) muestra un aceptable esfuerzo de muestreo para este cerro, según estos se alcanzó a capturar entre el 73,69 y el 76,74% de la riqueza esperada (Figura 7).

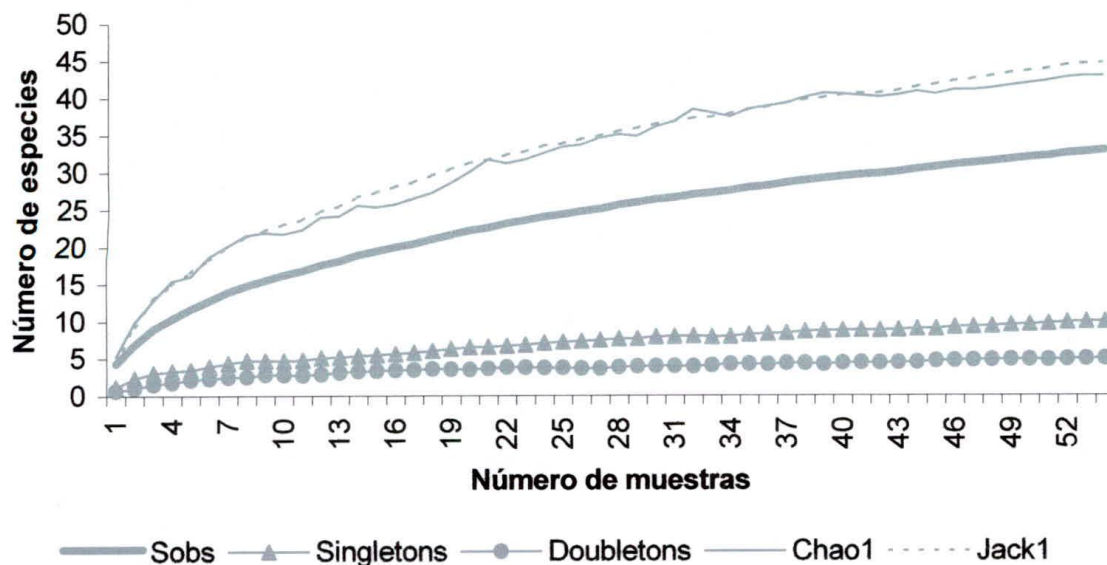


Figura 7. Curva de acumulación de especies y estimaciones de la riqueza de Coleoptera colectados mediante trampas de caída en el Cerro San Fernando en tres períodos climáticos diferentes.

7.4.3.2. Colecta Manual.

Todos los sustratos revisados con este método presentaron su máximo valor tanto para abundancia como para riqueza en el período lluvioso (Tabla 10).

7.4.3.3. Jameo.

Al igual que en la colecta manual, todos los microhábitats evaluados mostraron sus máximos valores de abundancia y riqueza en el período lluvioso. Sin embargo, el incremento de estas dos variables, para este período, fue mucho mayor para este método que el presentado en la colecta manual (Tabla 10).

7.4.3.4. Colecta de Epífitas.

Para este caso los máximos de la abundancia y la riqueza no se presentaron en un mismo período, la primera de ellas alcanzó su mayor valor en el período seco, en tanto que la riqueza máxima se presentó en el período lluvioso. Los valores de abundancia para el período de transición estuvieron muy por debajo de la media de los otros dos períodos. Sin embargo, los valores de la riqueza no presentaron grandes variaciones a lo largo del estudio (Tabla 10).

7.4.3.5. Trampa de luz.

Los valores de la abundancia y la riqueza para este método presentaron un fuerte incremento para el período lluvioso. Es de resaltar este notorio aumento para las dos variables a lo largo de los muestreos realizados, obteniéndose un valor muy superior en la última evaluación hecha en el período lluvioso (Tabla 10).

7.4.3.6. Colecta de Hojarasca.

El período lluvioso presentó el mayor valor en lo que a abundancia se refiere, en tanto que para la riqueza los períodos de transición y lluviosa arrojaron los máximos valores (Tabla 10).

Tabla 10. Abundancia y riqueza de Coleoptera encontrada en el Cerro San Fernando según el método de colecta empleado en tres periodos climáticos. TC: trampa de caída; CMS: Colecta manual suelo; CMH: Colecta manual hojarasca; CMT: Colecta manual tronco; CMC: Colecta manual corteza; JHERB: Jameo herbáceo; JARBU: Jameo arbustivo; JARBO: Jameo arbóreo; EPI: Epífitas; CN: Colecta nocturna; CH: Colecta de hojarasca.

Método de Colecta	Período					
	Seco		Transición		Lluvioso	
	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza	Abundancia	Riqueza
TC	2959	16	84	13	218	23
CMS	2	2	2	2	16	5
CMH	3	3	12	3	17	5
CMT	0	0	5	3	19	7
CMC	7	1	12	3	35	10
JHER	6	2	0	0	26	9
JARBU	12	3	9	6	40	11
JARBO	1	1	2	2	64	7
EPI	35	6	9	5	20	7
CN	6	3	85	13	154	19
CH	13	4	25	6	37	6

7.4.4. Análisis comparativo de la distribución espacio-temporal de la coleopterofauna.

7.4.4.1. Abundancia.

Del total de 9613 individuos colectados, 6108 (63,54%) fueron capturados en el período seco, 1196 individuos (12,44 %) en el período de transición y 2309 individuos en el período lluvioso (24,02 %). El cerro con mayor aporte a estos datos de abundancia fue el San Fernando.

Se encontraron diferencias significativas en la abundancia total de coleópteros colectados en las trampas de caída entre los cerros ($p < 0.05$) y entre los períodos

de muestreo ($p < 0.001$), así mismo, también se encontró interacción significativa entre los dos factores ($p < 0.005$) (Anexo 1).

La comparación múltiple de medias (prueba Tukey) aplicada para el contraste entre el factor Cerro, no muestra diferencias entre ninguna de las parejas posibles. Para el caso del factor Período, el período seco se comportó diferente de los demás, mientras que los períodos de transición y lluvioso no presentaron diferencias significativas entre sí (Anexo 2).

7.4.4.2. Riqueza y Composición.

La mayor riqueza se presentó en el cerro La Cueva durante el período lluvioso, mientras que la menor se presentó en el cerro San Fernando en el período seco. El análisis de varianza aplicado a la riqueza de especies capturadas por medio de trampas de caída, mostró un efecto significativo del factor Cerro ($p < 0,005$) y del factor Período ($p < 0.001$), así mismo, la interacción entre los dos factores resultó significativa ($p < 0,005$). (Anexo 3)

La prueba de contrastes de Tukey para el factor Cerro, indica diferencias significativas entre el cerro La Cueva y los otros dos cerros estudiados. En tanto que la misma prueba realizada al factor Período, revela diferencias en la riqueza de especies entre el período de transición y los demás períodos evaluados (Anexo 4).

El índice de Colwell & Coddington (1994), muestra el menor valor de recambio de especies entre los cerros La Llorona y el cerro San Fernando en el período seco (0,41), mientras que el valor más alto se presentó para los cerros La Cueva y San Fernando (0,67). En general los mayores valores del índice para cada época se observaron en las parejas que incluían al cerro La Cueva (Tabla 11).

Tabla 11. Índice de complementariedad (Colwell & Coddington 1994) para las morfoespecies de Coleoptera, comparando los tres cerros muestreados en los tres periodos climáticos. Entre paréntesis número de especies compartidas.

Período	Seco			Transición			Lluviosa		
	CLC	CLL	CSF	CLC	CLL	CSF	CLC	CLL	CSF
CLC		(20)	(20)		(23)	(17)		(29)	(33)
CLL	0,58		(19)	0,65		(24)	0,59		(28)
CSF	0,57	0,41		0,67	0,60		0,61	0,53	

El análisis de la composición y abundancia por medio del índice de similaridad de Bray-Curtis, muestra la formación de tres grupos, los cuales están organizados según el período de muestreo, con excepción del cerro la Cueva en transición que quedo incluido en el grupo del período seco (Figura 8).

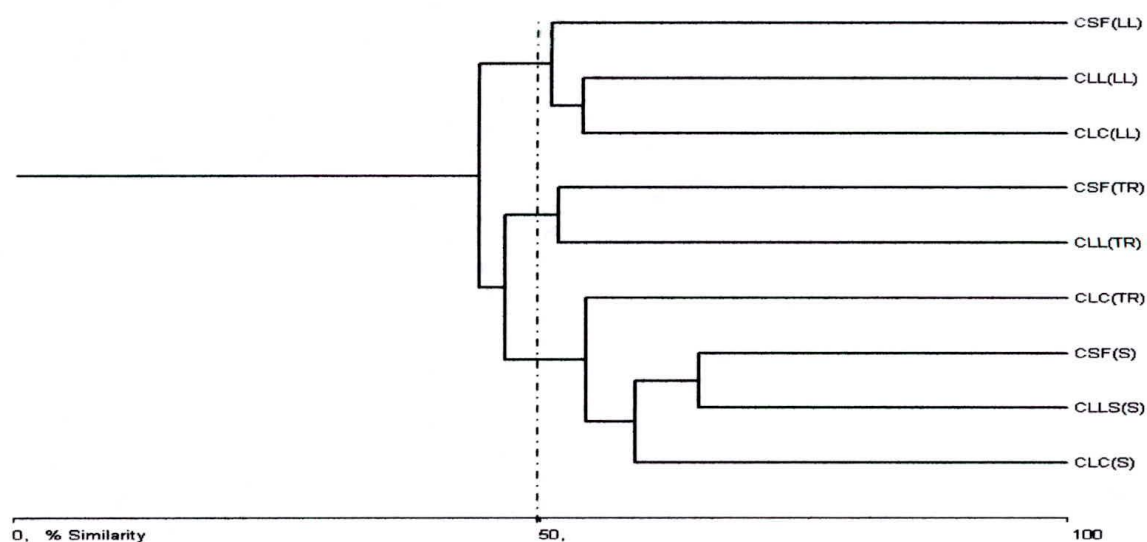


Figura 8. Dendrograma de similitud de las comunidades de Coleoptera por cada uno de los cerros muestreados en tres períodos climáticos diferentes (CLC: Cerro la Cueva; CLL: Cerro la Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).

Al aplicar este mismo índice por separado a cada uno de los métodos de captura empleados, en sólo dos de estos no se presentaron agrupamientos al nivel de significancia escogido (colecta manual en tronco y colecta nocturna).

Para el caso de las trampas de caída se establecieron dos grupos, uno de los cuales está conformado por la pareja cerro La Cueva y cerro La Llorona en el período lluvioso, mientras que el segundo grupo lo constituyen los cerros de los períodos restantes (Figura 9).

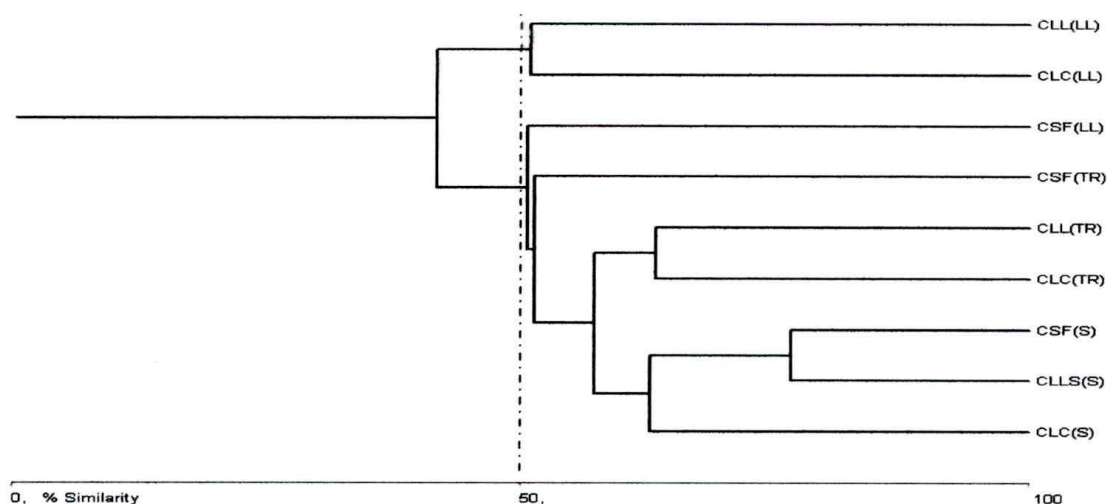


Figura 9 Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante trampas de caída en cada uno de los cerros muestreados en tres periodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro la Cueva; CLL: Cerro la Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).

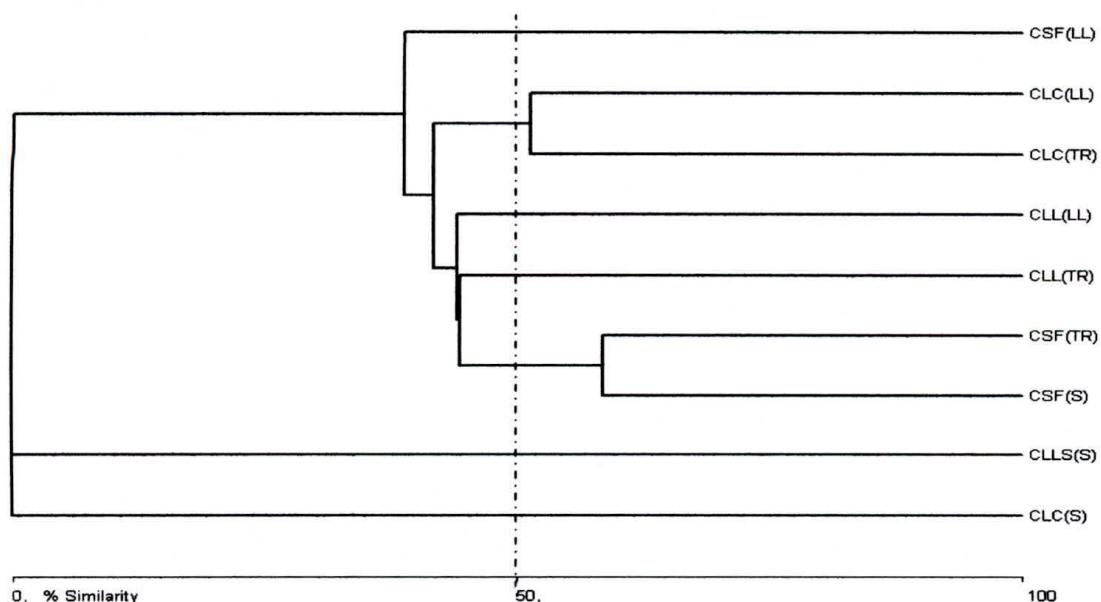


Figura 10. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante colecta manual en corteza de cada uno de los cerros muestreados en tres periodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro la Cueva; CLL: Cerro la Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).

En lo que respecta a la colecta manual en corteza, esta reunió en un mismo grupo el cerro San Fernando para los períodos de seca y de transición. De igual forma, el cerro La Cueva para los períodos de transición y lluvioso constituyeron un sólo grupo (Figura 10).

La colecta manual en suelo, solamente presentó el agrupamiento de los cerros San Fernando y La Cueva para los períodos lluvioso y de transición respectivamente (Figura 11). Así mismo, en la colecta manual en hojarasca se presentó sólo un grupo, constituido por el cerro San Fernando en período seco y todos los cerros en el período lluvioso (Figura 12).

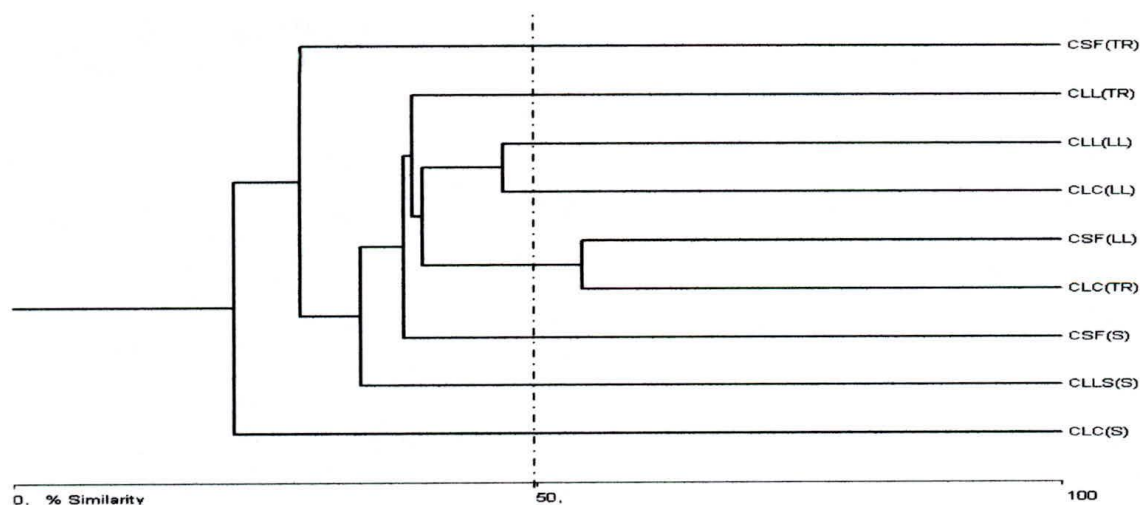


Figura 11. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante colecta manual en suelo de cada uno de los cerros muestreados en tres períodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro la Cueva; CLL: Cerro la Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).

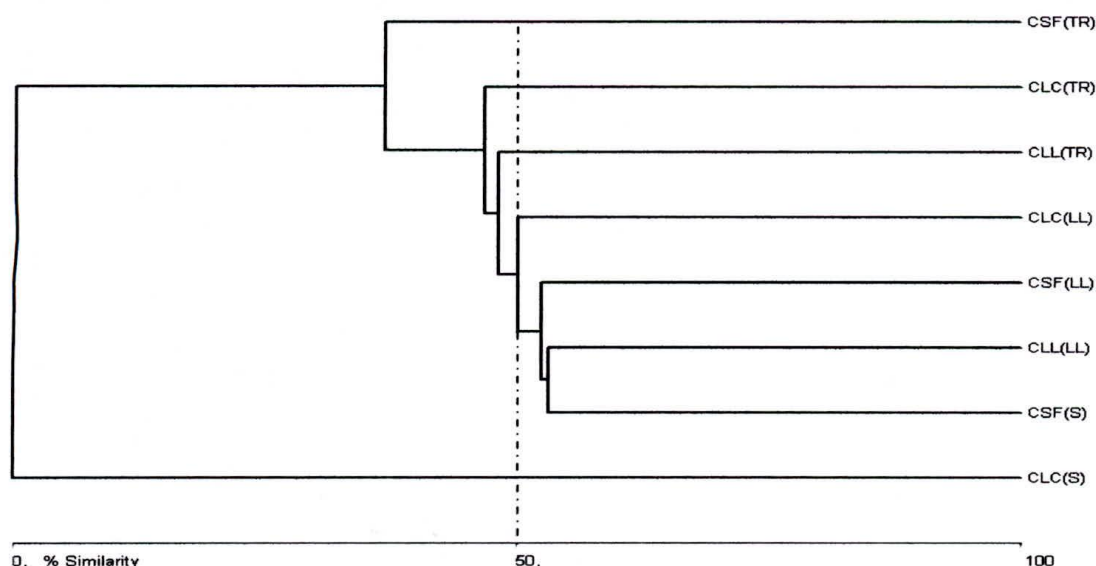


Figura 12. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante colecta manual en la hojarasca de cada uno de los cerros muestreados en tres periodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro la Cueva; CLL: Cerro la Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: periodo Seco; TR: periodo Transición; LL: periodo Lluvioso).

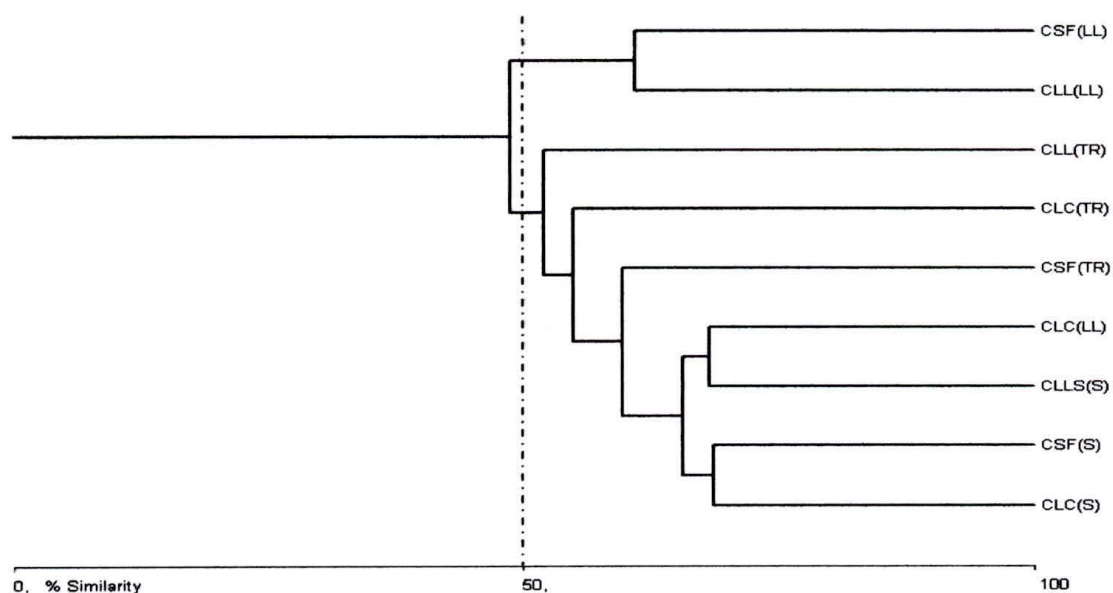


Figura 13. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante colecta de hojarasca de cada uno de los cerros muestreados en tres periodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro la Cueva; CLL: Cerro la Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: periodo Seco; TR: periodo Transición; LL: periodo Lluvioso).

En la colecta de hojarasca se formaron dos grupos que incluyen por una parte a los cerros La Llorona y San Fernando en el período lluvioso y por otro lado a los demás cerros en los restantes periodos de muestreo (Figura 13).

El jameo herbáceo formó un sólo grupo, conformado por los cerros La Cueva, La Llorona y San Fernando en el período lluvioso (Figura 14). En el jameo arbustivo se formaron dos grupos, uno de los cuales lo integraron los cerros La Cueva, La Llorona y San Fernando en el período lluvioso, mientras que el segundo se formó entre los cerros La Cueva y La Llorona en transición (Figura 15). Entre tanto, el jameo arbóreo presentó un sólo agrupamiento, entre los cerros La Llorona y San Fernando para el período lluvioso (Figura 16).

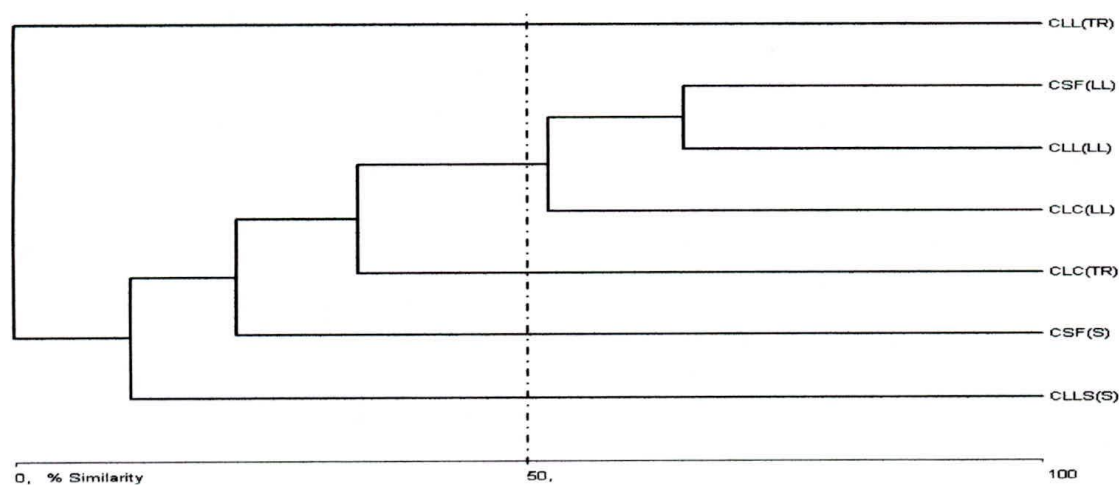


Figura 14. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante jameo herbáceo en cada uno de los cerros muestreados en tres periodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro la Cueva; CLL: Cerro la Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).

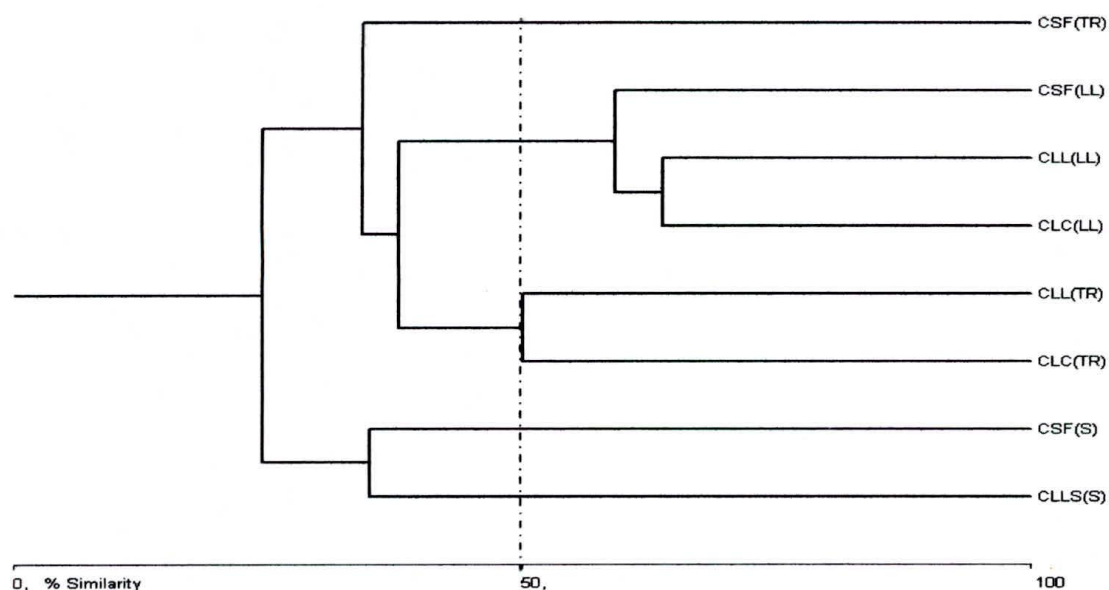


Figura 15. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante jameo arbustivo en cada uno de los cerros muestreados en tres periodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro la Cueva; CLL: Cerro la Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).

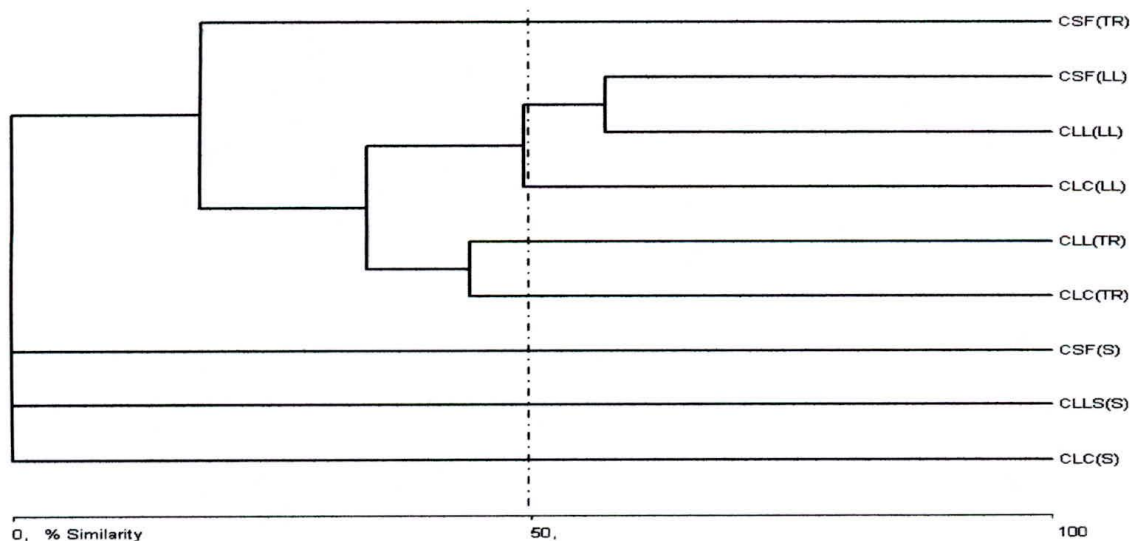


Figura 16. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante jameo arbóreo en cada uno de los cerros muestreados en tres periodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro la Cueva; CLL: Cerro la Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).

Finalmente, el dendrograma de similitud para la colecta de Epífitas muestra la formación de un sólo grupo, conformado por los cerros La Cueva y San Fernando en el período de transición y el cerro La Cueva en el período seco (Figura 17).

Los resultados de La aplicación del análisis SIMPER, para el caso del factor Cerro, muestran en general un bajo promedio de similaridad dentro de los tratamientos de dicho factor, el cual no superó en ninguno de los casos el 41% (Tabla 12). Es de resaltar la importante contribución de los Morfotipos 1, 2 y 7 de la familia Tenebrionidae y el 1 de la subfamilia Ptininae, los cuales están presentes en los tres cerros. El cerro caracterizado por un menor número de morfoespecies es el San Fernando, en donde únicamente se presentan los 4 Morfotipos mencionados anteriormente.

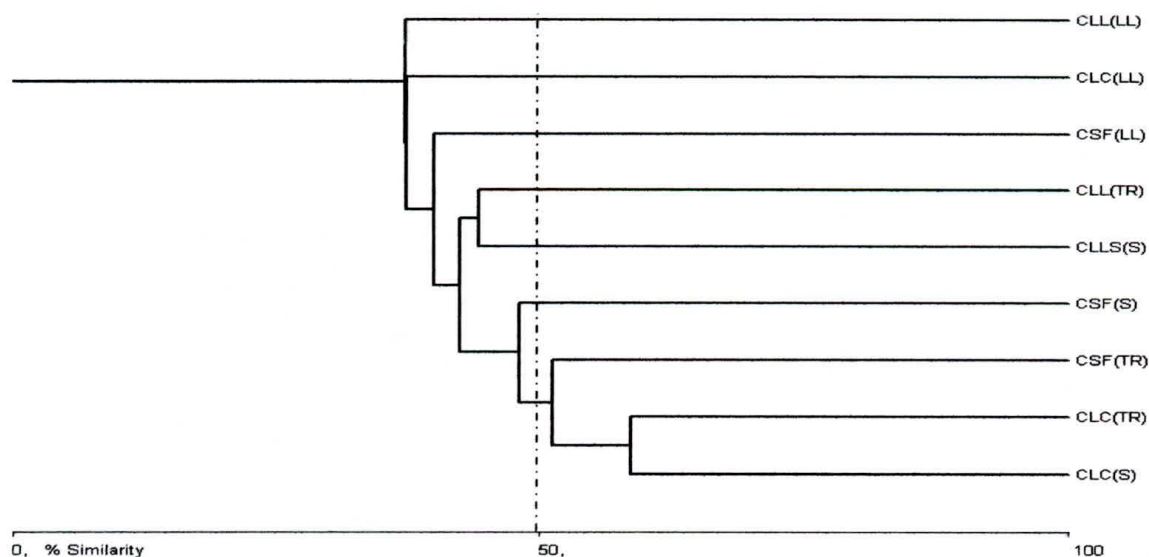


Figura 17. Dendrograma de similitud de la coleopterofauna capturada mediante colecta de Epífitas en cada uno de los cerros muestreados en tres períodos climáticos diferentes. (CLC: Cerro la Cueva; CLL: Cerro la Llorona; CSF: Cerro San Fernando. Entre paréntesis S: período Seco; TR: período Transición; LL: período Lluvioso).

Tabla 12. Resultados del análisis SIMPER para Porcentajes de similaridad y contribución de las especies para cada uno de los cerros estudiados. Cada grupo corresponde al mismo cerro en los tres períodos de muestreo (nivel de corte de las contribuciones bajas 50%).

Cerro	Promedio de Abundancia.	Promedio Similaridad.	Porcentaje de Contribución.	Porcentaje Acumulado.
Grupo La Cueva (promedio de similaridad: 40,86)				
Tenebrionidae 1	310,33	4,82	11,78	11,78
Tenebrionidae 7	110	3,23	7,9	19,68
Tenebrionidae 6	16,33	3,13	7,65	27,34
Tenebrionidae 2	230,33	2,88	7,04	34,38
Ptininae 1	57,67	2,73	6,68	41,05
Bruchinae3	46,67	2,5	6,12	47,17
Carabidae3	9,67	2,03	4,98	52,15
Grupo La Llorona (promedio de similaridad: 33,58)				
Tenebrionidae 6	35,67	4,25	12,65	12,65
Tenebrionidae 2	109	4,14	12,34	24,99
Tenebrionidae1	101,67	3,6	10,72	35,71
Tenebrionidae 7	42,33	3,59	10,7	46,41
Ptininae 1	93,33	2,78	8,29	54,69
Grupo San Fernando (promedio de similaridad: 37,92)				
Tenebrionidae1	665	5,61	14,8	14,8
Ptininae 1	101	5,46	14,41	29,21
Tenebrionidae 6	32,33	4,76	12,55	41,76
Tenebrionidae 7	145,67	3,21	8,47	50,23

Para el caso del factor Período, este mismo análisis mostró, en general, porcentajes de similaridad más altos que para el factor Cerro. El período con mayor similaridad fue el seco con el 63,01%, mientras que el de menor fue el de transición con el 45,37% (Tabla 13). Como cabría de esperarse, el número de especies necesarias para caracterizar los períodos se hace mayor hacia el período

lluvioso. Cabe recordar que para este análisis fueron tenidos en cuenta los datos generados por todos los métodos de colecta empleados.

Tabla 13. Resultados del análisis SIMPER para Porcentajes de similaridad y contribución de las especies para cada uno de los periodos estudiados. Cada grupo corresponde a los tres cerros en un mismo período de muestreo (nivel de corte de las contribuciones bajas 50%).

Período	Promedio de Abundancia.	Promedio Similaridad.	Porcentaje de Contribución.	Porcentaje Acumulado.
Seco (promedio de similaridad: 63,01)				
Tenebrionidae1	985,67	9,21	14,62	14,62
Tenebrionidae 2	426	8,82	13,99	28,61
Ptininae 1	196	7,83	12,43	41,04
Tenebrionidae 7	242	7,55	11,99	53,03
Transición (promedio de similaridad: 45,37)				
Ptininae1	25,33	4,79	10,57	10,57
Tenebrionidae1	59,33	4,45	9,82	20,38
Tenebrionidae 6	34,67	4,22	9,29	29,67
Tenebrionidae 7	43,33	3,11	6,86	36,53
Tenebrionidae 2	22	3,09	6,81	43,35
Bruchinae 3	37,33	2,54	5,59	48,94
Cerambycidae 9	40,33	2,01	4,42	53,36
Lluvioso (promedio de similaridad: 50,90)				
Curculionidae11	108	4,51	8,85	8,85
Tenebrionidae 6	27,33	3,23	6,34	15,19
Tenebrionidae1	32	3,22	6,33	21,53
Scarabaeidae 5	240	3,06	6,01	27,54
Curculionidae12	34,33	2,82	5,54	33,07
Curculionidae13	27,67	2,76	5,43	38,5
Carabidae6	26	2,49	4,89	43,4
Chrysomelidae 9	10	2,41	4,73	48,13
Scarabaeidae 4	23	2,22	4,36	52,49

7.5. EFECTIVIDAD DE LOS MÉTODOS DE COLECTA EMPLEADOS.

Al analizar los datos en general se observó que de las 158 morfoespecies encontradas en los cerros de Santa Marta, 29 morfoespecies se capturaron exclusivamente en trampas de caída, la colecta nocturna presentó igual número de morfoespecies exclusivas. Así mismo, 18 morfoespecies exclusivas con jameo, 13 en epífitas, ocho mediante colecta manual y una exclusiva para colecta de hojarasca. De acuerdo con lo anterior el 36,7% de las morfoespecies se capturaron exclusivamente con trampas de caída y colecta nocturna, los dos métodos de colecta más efectivos en cuanto a abundancia y riqueza de especies.

La Tabla 14 muestra la efectividad de captura para cada uno de los métodos de colecta empleados en los tres períodos climáticos en los que se realizó el estudio. Las trampas de caída mostraron la mayor efectividad de captura en cuanto a abundancia se refiere durante los tres períodos climáticos. Mientras que la mayor efectividad de captura atendiendo a la riqueza, se presentó en las trampas de caída en el período seco; caso contrario a la colecta nocturna, que presentó sus máximos valores en los períodos de transición y lluviosa. Los métodos de colecta manual en corteza, colecta de hojarasca, epífitas y nocturna mostraron la mayor efectividad de captura en cuanto a abundancia, durante el período de transición, a diferencia de los restantes métodos de colecta manual y jameo, los cuales incrementaron su efectividad hacia el período lluvioso.

Tabla 14. Efectividad de captura según el método empleado durante los tres periodos de muestreo. R = Riqueza, A = Abundancia y AR = Abundancia Relativa.

Método de captura	Período Seco			Período Transición			Período Lluvioso		
	R	A	AR	R	A	AR	R	A	AR
Trampa Pitfall	36	5877	96,22	22	454	37,96	37	1161	50,28
Jameo									
Herbáceas	6	10	0,16	9	11	0,92	16	97	4,20
Arbustivo	3	13	0,21	13	32	2,68	20	197	8,53
Arbóreo	4	5	0,08	15	34	2,84	17	275	11,91
Colecta Manual									
Suelo	9	16	0,26	5	14	1,17	12	32	1,39
Hojarasca	5	5	0,08	5	18	1,51	9	43	1,86
Tronco	4	9	0,15	4	7	0,59	10	35	1,52
Corteza	3	9	0,15	10	37	3,09	18	63	2,73
Colecta de									
Hojarasca	7	27	0,44	8	41	3,43	9	62	2,69
Colecta de Epífitas	19	121	1,98	17	152	12,71	16	66	2,86
Colecta Nocturna	9	16	0,26	28	396	33,11	41	278	12,04
Total		6108	100,00		1196	100,00		2309	100,00

8. DISCUSIÓN

8.1. Abundancia y riqueza.

El número total de familias encontradas en el presente trabajo, corresponde al 20,5% de las reportadas por Costa (2000) para el neotrópico. Jiménez-Ferbans *et al.* (2004) reportan la presencia de siete familias de Coleoptera para los cerros La Cueva y La Llorona utilizando trampas de caída y revisión de epífitas durante el período seco, encontrando las mayores abundancias para Tenebrionidae, Anobiidae (subfamilia Ptininae) y Chrysomelidae. En el presente estudio se encontraron estas siete familias y 19 adicionales, producto de un mayor esfuerzo de muestreo y una mayor diversidad de métodos empleados para diferentes sustratos.

La familia más abundante para todo el estudio fue Tenebrionidae. Esta familia es particularmente abundante y diversa en ecosistemas áridos y semiáridos, así como en hábitats secos estacionales (Lawrence *et al.* 1999; Doyen 1994). Jiménez-Ferbans *et al.* (2004) también reportan a Tenebrionidae como la familia más abundante. El alto número de tenebrionidos colectados en el período seco, puede deberse a los hábitos alimenticios de estos, dado que son principalmente consumidores de materia vegetal muerta (Doyen 1994), recurso éste que es

particularmente abundante en dicho período para estas formaciones subxerofíticas.

La segunda familia con mayor abundancia fue Scarabaidae, que presentó una marcada estacionalidad, ya que durante el período seco su presencia fue casi nula, mientras que en el período lluvioso su abundancia se incremento notablemente, lo que corresponde con lo encontrado por Bustos-Gómez & Lopera (2003), quienes reportan un aumento significativo de la abundancia de esta familia en un remanente de bosque seco tropical durante los meses de altas precipitaciones. Este hecho se debe a que esta familia es muy estenotípica en relación con la cobertura vegetal, lo que representa para ellos variaciones en la temperatura y la humedad atmosférica, la temperatura del suelo e incluso en la incidencia directa de los rayos del sol (Halffter 1991). Es así como Jiménez-Ferbans *et al.* (2004) no registran la presencia de Scarabaeidae, para el período seco en este mismo ecosistema, período en el cual la vegetación pierde por completo su follaje. En el presente estudio se encontraron solo dos individuos de dos morfoespecies diferentes, reflejando así el notable descenso de esta familia para este período seco.

Escobar (1998) reporta la presencia de 18 especies de Scarabaeidae para el bosque seco tropical del sector de Neguanje en el PNNT hacia finales de la segunda época seca del año. Así mismo, Escobar (1997) encuentra 20 especies de Coleópteros coprófagos durante el primer período seco del año en remanentes

de bosque seco al norte del Tolima. Estos resultados no coinciden con lo hallado en el presente estudio, lo cual pueden deberse al hecho de que el bosque seco tropical posee mayores niveles de precipitación y menores temperaturas que las formaciones subxerofíticas (IAvH 1998b). Dichos factores medioambientales favorecen la mayor presencia de Scarabaeidae en los bosques secos. En tal sentido, la precipitación media de los remanentes de bosque estudiados por Escobar (1997) es de 1387mm y su temperatura promedio es de 28°C, en tanto que para el caso de las formaciones subxerofíticas en el sector de Santa Marta, su precipitación media es de sólo 529,5mm (Frayter *et al.* 2000) y la temperatura promedio para el presente estudio de 28°C (en horas de la mañana), Jiménez-Ferbans *et al.* (2004) reportan un promedio de 32,2°C en éste sector.

La familia con mayor número de morfoespecies fue Chrysomelidae. Esta presentó su máximo de riqueza en el período lluvioso, debido a los hábitos comportamentales y alimenticios de estos organismos, que son encontrados frecuentemente alimentándose de flores y el follaje de las plantas (Lawrence *et al.* 1999), recursos estos más abundantes en el período de lluvias.

Una de las familias con menor representación de morfoespecies fue Staphylinidae, lo que contrasta con lo encontrado por García *et al.* (2001) en fragmentos de bosque seco Tropical (bs-T) localizados en el valle del río Cauca quienes reportan 50 morfoespecies de esta familia. Sin embargo, esta familia presentó un aumento considerablemente de su abundancia para los períodos más húmedos, esto

corresponde con lo expresado por García *et al.* (2001) acerca de la influencia de la humedad de la hojarasca sobre la comunidad de estafilínidos.

La curva de distribución de abundancia de las morfoespecies capturadas para los tres Cerros estudiados presenta una elevada pendiente, demostrando la baja equitatividad a lo largo de todo el estudio e indicando tal vez cierto grado de perturbación en el sistema (Escobar 1998).

El cerro con la mayor abundancia para todo el muestreo fue el San Fernando. Sin embargo, el número de morfoespecies registradas para el mismo fue la menor en comparación con los otros dos cerros. Esto puede estar reflejando un mayor nivel de perturbación para este cerro (Escobar 1998) y la acción de otros factores como son la mayor cercanía al mar y el mayor distanciamiento respecto a tres sistemas de bosques.

La mayor riqueza de morfoespecies se obtuvo en el cerro la Cueva que es el menos inmerso dentro del casco urbano, por tanto, es menor la presión antropogénica que soporta, además dicho cerro se encuentra directamente comunicado con el sistema de cerros del Parque Nacional Natural Tayrona. Es así como, la mayor riqueza de morfoespecies capturadas por medio de trampas de caída la presentó éste cerro, lo que puede reflejar una influencia de la cercanía de dicho parque constituyéndose por tanto éste sector en un corredor biológico. En correspondencia con esta hipótesis se encuentra el hecho de que las dos

morfoespecies de Scarabaeidae reportadas para el período seco se presentaron exclusivamente en éste cerro.

En lo que respecta a la colecta manual, la tendencia a aumentar el número de morfoespecies hacia el período de lluvias esta íntimamente relacionado con el reverdecimiento y la floración de la vegetación en este período. Igual situación se presenta en el jameo, en el que el número de morfoespecies de familias como Chrysomelidae y Curculionidae aumentó notablemente para este período, haciendo que la riqueza total se incrementara notablemente.

Caso contrario ocurre en la colecta de epífitas, en la que el número de individuos y morfoespecies fue mayor durante el período de transición, mostrando una disminución hacia el período de lluvias, cuando las epífitas acumulan demasiada agua, haciendo que la comunidad de coleópteros deba desplazarse temporalmente. Cabe destacar que el incremento en la abundancia para el período de transición, se debe principalmente al aporte del morfotipo 3 de la subfamilia Bruchinae.

La colecta nocturna presentó valores muy bajos de abundancia y riqueza para el período seco, lo cual se debió principalmente al efecto de los fuertes vientos que se presentan durante esta época del año en la ciudad de Santa Marta. Este fenómeno impide que los coleópteros voladores que son atraídos por las trampas de luz se desplacen hacia ella. El hecho de que el cerro La Llorona halla

presentado el mayor valor de riqueza y abundancia en el período de transición puede deberse a dos precipitaciones moderadas que precedieron el muestreo en este sitio.

8.2. Análisis comparativo de la distribución espacio-temporal de la coleopterofauna.

8.2.1. Abundancia

El análisis de varianza (Anova) efectuado reveló una influencia significativa del factor Cerro en la abundancia de los organismos, aun así, la prueba de contrastes de medias no presentó diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos. Esto se debe a que el valor del estadístico P para este factor fue muy cercano al del nivel de confianza (alfa), por lo cual la prueba de comparación de medias (Tukey) no detectó discrepancias entre ninguno de los cerros.

A diferencia de lo encontrado para el factor Cerro, en el factor Período, las diferencias encontradas fueron altamente significativas. En tal sentido, la prueba Tukey reveló diferencias significativas entre el período seco y los demás períodos estudiados. Estas diferencias resultan notorias se tiene en cuenta que el período seco aportó el 63,5% del total de organismos. En tanto que el período de transición aportó tan solo el 12,4% en número de organismos y el período lluvioso el 24,1% de los mismos.

8.2.2. Riqueza y Composición.

Al compara los resultados del análisis de varianza aplicado a la riqueza de morfoespecies junto con los obtenidos por el Anova de abundancia, revelan en general un cambio en la estructura de la comunidad de coleópteros epígeos a lo largo del tiempo. En tal sentido, la época seca ofrece unas condiciones relativamente constantes para los animales epígeos, lo que permite encontrar un buen numero de morfoespecies en este microhábitat. Sin embargo, la aparición de las primeras lluvias (período de transición) se convierte en un factor perturbante, ocasionando originalmente un descenso en la riqueza de la comunidad hasta tanto aparezcan morfoespecies típicas de condiciones más húmedas.

El índice de complementariedad de Colwell & Coddington (1994) presentó valores medios para cada una de las parejas posibles dentro de cada período climático. Las parejas constituidas por los cerros San Fernando y la Llorona, presentan los menores valores de dicho índice, revelando una menor tasa de recambio de especies, lo cual se explica por la cercanía entre estos dos cerros. Así mismo, como es de esperarse, el mayor valor del índice lo presentó el cerro La Cueva, ya que de las 158 morfoespecies encontradas 35 fueron exclusivas para este cerro, 25 para La Llorona y 17 para San Fernando. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por el Anova para riqueza, en el que el cerro La Cueva posee un comportamiento diferente a los demás cerros.

Los grupos conformados a través del análisis de la composición y abundancia por medio del índice de Bray-Curtis, realizado para cada uno de los cerros en los tres períodos climáticos, muestran una clara tendencia a organizarse de acuerdo con el período de muestreo. Estos resultados revelan las diferencias notables que existen en cuanto a la composición y abundancia de la coleopterofauna de estos cerros para los períodos de muestreo, principalmente entre el período seco y el lluvioso. Esto aún cuando puede parecer contradictorio respecto a lo deducido del Anova de riqueza no lo es, pues en dicho análisis sólo se tubo en cuenta los datos originados de las trampas de caída. Por tanto el análisis por medio del índice de Bray-Curtis ofrece una visión más global con respecto a los cambios de la estructura de la comunidad al conjugar la abundancia y composición de la misma.

Para el caso de las trampas de caída, los dos grupos formados presentaron nuevamente una tendencia de agrupación por período. Sin embargo, resulta necesario analizar la disposición de los cerros en dichos grupos. En tal sentido, las mayores similitudes las presentaron los cerros en el período seco y las menores los cerros correspondientes a los períodos de transición y lluvias. Pardo (1997), sostiene que los escarabajos coprófagos disminuyen su actividad de búsqueda dependiendo de la intensidad de las lluvias. Esto estaría relacionado con las discrepancia encontradas dentro de los períodos de transición y lluvias, dependiendo de las precipitaciones que precedieron o se presentaron en cada muestreo.

El hecho de que el período de transición este presente en los dos agrupamientos formados en la colecta manual en corteza, revela el carácter intermedio de éste, guardando características de los dos períodos extremos (seco y lluvioso).

El dendograma para la colecta manual en la superficie del suelo no refleja un claro patrón de agrupamiento. En general el número de individuos capturados en el suelo fue muy bajo, lo cual se debió principalmente a los hábitos nocturnos que presentan los organismos típicos de este sustrato, para este tipo de formaciones, permaneciendo enterrados en las horas del día. Por tanto las capturas que se realizaban pueden considerarse como accidentales.

La colecta manual en hojarasca y la colecta de hojarasca no presentaron un patrón claro de segregación entre los períodos climáticos. Este resultado revela que la composición de la comunidad de coleópteros que habita en este sustrato se adapta a las condiciones cambiantes del mismo, por tanto no se presentan diferencias significativas a través de los períodos de muestreo; es decir, que aún cuando en el período seco la hojarasca tiende a acumularse en gran cantidad, las condiciones de baja humedad no permiten que este recurso pueda ser aprovechado tan fácilmente como en el período lluvioso, en el cual las condiciones de alta humedad favorecen la disponibilidad de este recurso, aún cuando la hojarasca se acumule en menor cantidad y de manera diferencial en sectores específicos del sistema dependiendo de la pendiente y otras características del

mismo. Por lo tanto, la hojarasca se mantiene como un recurso relativamente constante a través de los diferentes períodos climáticos.

Los agrupamientos formados a través del jameo herbáceo, arbustivo y arbóreo muestran que las mayores similitudes se presentaron en el período lluvioso, para las estaciones de muestreo. Las diferencias entre las estaciones de muestreo en el período seco son debidas a la influencia de los vientos alisios que ocasionan un impacto directo sobre estos cerros, pero diferencial, debido a las ubicaciones geográficas de las estaciones de muestreo. Por ende, el impacto de los vientos no se produce de igual forma en cada uno de los cerros durante este período, ocasionando las diferencias encontradas. Respecto al período de transición, las condiciones de pendiente y estructura del suelo que determinan diferencias en la acumulación de agua en el suelo lo que redundo en una respuesta no sincronizada de la vegetación entre los diferentes cerros muestreados. En tal sentido se observó que la vegetación del cerro San Fernando presentó una floración más temprana que los demás sitios de estudio. Al avanzar el proceso de floración, el recurso se generaliza para todas las estaciones, ocasionando el agrupamiento de las estaciones en el período lluvioso. Así mismo, dicho proceso de floración y en general el reverdecimiento de la vegetación brinda mayores posibilidades de refugio, alimentación y apareamiento para la comunidad de coleópteros que habita en estos cerros originando un aumento notorio de la abundancia y la riqueza.



La revisión de epífitas mostró la mayor similaridad para los cerros San Fernando y La Cueva en los períodos de seca y transición. Mientras que al analizar el período lluvioso se encontró que fueron los más disímiles y por ende no formaron ningún agrupamiento. Estos resultados se pueden deber al hecho de que las epífitas constituyen un microhábitat que ofrece condiciones de humedad mayores a las del medio externo y que sirve como lugar de refugio y alimentación para la coleopterofauna y otros insectos durante los períodos de seca y transición, donde la humedad relativa ambiental es muy baja. Mientras que durante el período lluvioso este microhábitat se ve alterado y sometido a disturbios localizados, ya que el agua de las lluvias se acumula en el interior de las epífitas y ocasiona el desplazamiento temporal de los organismos que allí habitan. Dicho desplazamiento crea diferencias entre las comunidades asociadas a este tipo de vegetación, dependiendo de cuan reciente haya sido la última precipitación.

El análisis SIMPER para el factor cerro, que analiza la similaridad de cada cerro consigo mismo, en los tres períodos estudiados, muestra en general bajas similaridades dentro de los mismos. Esto es debido a la fuerte influencia que ejercen los períodos climáticos en la composición y abundancia de los coleópteros, ocasionando que un mismo cerro presente una alta disimilaridad entre dos períodos climáticos diferentes.

Cabe destacar la importancia de los morfotipos 1, 6 y 7 de la familia Tenebrionidae y del morfotipo 1 de la subfamilia Ptininae los cuales contribuyen con el 34,01% de



la similaridad en el Cerro La Cueva, el 42,36% de la misma en el cerro la Llorona y con el 50,23% de la similaridad en el cerro San Fernando para los tres períodos climáticos en estudio. Es decir, que estas son las cuatro morfoespecies que caracterizan en general los tres cerros estudiados y por ende con mayores posibilidades de ser encontradas en estos (Anexo 5).

Para el caso del factor período, los porcentajes de similaridad fueron más elevados que para el caso de los cerros. Esto puede deberse a un efecto mayor del factor Período que del factor Cerro en la estructura de la comunidad. El hecho de que la mayor similaridad se presente para el período seco está relacionado con la marcada dominancia de algunos morfotipos en este período. De hecho como cabría de esperarse, el número de morfoespecies necesarias para caracterizar un período climático se hace mayor hacia el lluvioso (Tabla 13). Sin embargo, es notoria la influencia de los morfotipos característicos del período seco, pues estos resultan ser los más relevantes en cuanto a la caracterización independiente de cada uno de los cerros (Tabla 12).

8.2.3. Diversidad

Los resultados de la aplicación de los índices de diversidad y equidad, conjugados con los análisis de varianza anteriormente discutidos, revelan un cambio significativo en la estructura de la comunidad estudiada.

El período seco presentó los menores valores de diversidad para todo el estudio, esto es debido a las extremas condiciones medioambientales que se presentan para este período, caracterizado por una baja humedad medioambiental y altas temperaturas, lo que redunda en el carácter caducifolio de la vegetación de estas formaciones subxerofíticas. Dichas condiciones medioambientales ocasionan una baja en la heterogeneidad de sustratos, lo que se traduce en una disminución en la riqueza de especies y un aumento en la dominancia de las especies que logran adaptarse a estas condiciones extremas, esto se refleja en los índices de riqueza y equidad calculados, en el que dicho período presenta de igual manera los menores valores.

A excepción del cerro La Cueva todos los cerros presentaron su mayor valor de diversidad en el período de lluvias. Esto se debe a que con la aparición de las primeras lluvias en el período de transición, se presenta un cambio en las condiciones de habitabilidad de los cerros, haciendo que morfotipos dominantes para el período seco, principalmente los de carácter epigeo, pierdan importancia y aparezca un considerable número de morfoespecies nuevas que aprovechan los nuevos sustratos. Por tanto las lluvias se convierten en un factor que aumenta la heterogeneidad en estas formaciones subxerofíticas, al presentarse el reverdecimiento de la vegetación y el florecimiento de la misma. Esto le ofrece a la comunidad de coleópteros mayores posibilidades de alimentación, apareamiento y refugio, ocasionando un aumento en la diversidad.



La diversidad máxima encontrada según el índice de diversidad de Shannon-Wiener (1,345) resulta inferior a la reportada por Bermúdez y Florez (2004) de 2,08 en base al mismo índice, para fragmentos de bosque seco en Costa Rica. Sin embargo, dichos autores incluyen dentro de sus cálculos remanentes de bosque húmedo tropical, a lo que pueden deberse dichas discrepancias.

8.3. Efectividad de los métodos de colecta empleados.

Los diferentes métodos de muestreo empleados, mostraron que existen variaciones en cuanto a su efectividad de captura, para cada uno de los períodos climáticos estudiados. Esto está asociado a cambios en variables medioambientales y en la estructura de la comunidad de coleópteros que pueden inferir en los muestreos. Es así como, para el caso de las trampas de caída, éstas ven disminuida su efectividad hacia el período de transición, en el que aparecen las primeras lluvias, las cuales actúan como un factor de disturbio que altera las condiciones del suelo. Sin embargo, cabe anotar que el número de individuos y morfoespecies capturadas con este método repunta en el período de lluvias, debido al aumento de los escarabaeidos, típicos de este período. Así mismo, la colecta nocturna también se vio afectada, principalmente en el período seco, debido a los fuertes vientos que limitan el desplazamiento de los coleópteros hacia las trampas de luz. De igual forma, la revisión de epífitas presentó diferencias en cuanto a efectividad de captura, principalmente durante el período lluvioso, ya que las epífitas se llenan de agua y esto genera desplazamientos temporales de la comunidad de coleópteros que allí habita.

9. CONCLUSIONES



La fauna de Coleoptera de las formaciones subxerofíticas de los cerros de Santa Marta, se compone de 158 morfoespecies pertenecientes a 26 familias y 11 superfamilias. De estas familias las más abundantes son Tenebrionidae para el período seco y Scarabaeidae para el período de lluvias.

Las morfoespecies 1, 6 y 7 de la familia Tenebrionidae y 1 de la subfamilia Ptininae, presentaron la mayor abundancia para todo el estudio (65,2 % del total de individuos). Estas morfoespecies son las que caracterizan los tres cerros en estudio para el período seco y a su vez tienen un gran aporte en la caracterización individual de cada cerro para todos los períodos, lo que demuestra una marcada influencia del período seco en la caracterización general de estas formaciones.

La familia Scarabaeidae presenta una marcada estacionalidad. La abundancia y riqueza de esta familia se encuentran relacionadas en gran medida con los niveles de precipitaciones, presentando un aumento de estas dos variables en los más períodos húmedos.

La familia con mayor número de morfoespecies fue Chrysomelidae. Esta presentó su máximo de riqueza en el período lluvioso, debido a los hábitos

comportamentales y alimenticios de estos organismos, que son encontrados frecuentemente alimentándose de flores y el follaje de las plantas.

El factor Cerro ejerce una influencia significativa sobre la abundancia y riqueza de los coleópteros capturados en le presente estudio. Estas diferencias pueden deberse a la incidencia de factores medio ambientales (exposición al viento, pendiente) y a la intervención antropogénica que estaría afectando diferencialmente los diferentes sitios estudiados.

La mayor riqueza de morfoespecies de coleópteros, para los tres cerros estudiados, se presentó en el cerro La Cueva (104). En tanto que la mayor abundancia y menor riqueza se presentó en el cerro San Fernando (3935 individuos y 83 morfoespecies).

El cerro La Llorona fue el que presentó el máximo valor de diversidad de coleópteros según el índice de Shannon-Wiener dicho valor corresponde $H' = 1,345$. La diversidad presente en este sistema de cerros corresponde a una diversidad intermedia comparada con la reportada para bosques secos.

Existe una influencia significativa del factor Período sobre la estructura de la comunidad de coleópteros presentes en las formaciones subxerofíticas de los cerros estudiados, lo cual se comprueba a través del análisis de varianza a dos vías empleado.



La interacción entre el factor Período y el factor Cerro resultó ser significativa, indicando que la comunidad de cada cerro responde de manera diferente a las variaciones climáticas de cada período. Este mismo resultado es expresado por los índices de Bray-Curtis y el análisis SIMPER donde se presentan en general bajas similitudes entre los períodos y dentro de estos.

En general, se observó un patrón de menores valores de diversidad para el período seco, con tendencias a aumentar hacia el período de lluvias, a excepción del cerro La Cueva que presentó su mayor valor en el período de transición. A diferencia de esto, los valores obtenidos para la dominancia de Simpson muestran un patrón inverso, con sus mayores valores en el período seco, nuevamente con excepción del cerro La Cueva, cuyo mayor valor de dominancia se presenta en el período lluvioso.

Los métodos de colecta empleados en el presente estudio, mostraron notables variaciones en cuanto a su efectividad de captura, tanto en abundancia como en riqueza, para cada uno de los períodos climáticos estudiados. Los dos métodos de captura más efectivos fueron trampas de caída y colecta nocturna. Sin embargo, con estos dos solo se logró capturar el 53,8% del total de morfoespecies reportadas. Lo cual hace necesario la utilización de métodos complementarios para una evaluación completa de la comunidad.



10. RECOMENDACIONES



Las formaciones subxerofíticas de los cerros de la ciudad de Santa Marta albergan una gran variedad de coleópteros, a pesar de las condiciones ambientales extremas que allí se presentan. En general las formaciones subxerofíticas son consideradas como poco diversas, aun así, la biodiversidad de estas formaciones podría estar siendo subvalorada, debido al escaso número de estudios realizados en estos ecosistemas. Por consiguiente, se hace necesario adelantar estudios más profundos que permitan fortalecer los inventarios taxonómicos del país, profundizar en el conocimiento bioecológico de estas comunidades y su potencialidad como indicadores.

Aunado al escaso conocimiento que se tiene acerca de las comunidades que habitan en estos ecosistemas, se observa con especial preocupación los procesos de colonización y sobre explotación de estas formaciones, que incluyen quemas, talas y la extracción de materiales rocosos. Dichos proceso pueden afectar de manera contundente la flora características de estas formaciones y por consiguiente a la fauna asociada a esta. Se recomienda que las autoridades ambientales del Distrito de Santa Marta tomen las medidas de control pertinentes que permitan reducir el impacto antropogénico en los cerros de la ciudad.

Hasta el momento no existen zonas exclusivas para la conservación de las formaciones subxerofíticas tropicales en el país. Por tanto se recomienda la creación de zonas especiales de conservación en los cerros de Santa Marta, que permitan conservar su potencial biológico, además de ofrecer alternativas de aprovechamiento sostenible.



BIBLIOGRAFÍA

AMAT-GARCIA, G., A. LOPERA-TORO & S. J. AMÉZQUITA-MELO. 1997. Patrones de Distribución de Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) en Relictos de Bosque Altoandino Cordillera Oriental de Colombia. *Caldasia* 19 (1-2): 191-204 p.

AMAT-GARCIA, G., M. G. ANDRADE-C & F. FERNÁNDEZ-C. 1999. Insectos de Colombia vol. II. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales. Colección Jorge Álvarez Lleras No. 13. Santafé de Bogotá. 433 p.

AMAT-GARCIA, G. & P. REYES-CASTILLO. 2002. Los Coleoptera Passalidae de Colombia. p 139-151. En: COSTA, C., S.A. VANIN, J.M. LOBO & A. MELIC (Eds), Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PRIBES 2002. monografías tercer milenio vol. II, Sociedad Entomológica Aragones (SEA), Zaragoza.

BARBERENA-ARIAS, M. F. AND T. M. AIDE. 2002. Variation in Species and Trophic Composition of Insect Communities in Puerto Rico. *Biotropica* 34(3):357-367.

BARBOSA M. G. V., C. R. VASCONCELOS, P. M. HAMMOND & N. E. STORK. 2002. Diversidade e Similaridade entre habitats com base na fauna de coleoptera de serapilheira de uma floresta de terra firme da amazonia central, p. 69-83 En: COSTA, C., S.A. VANIN, J.M. LOBO & A. MELIC (Eds), Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PRIBES 2002. monografías tercer milenio vol. II, Sociedad Entomológica Aragones (SEA), Zaragoza.

BORROR, D. . CH. TRIPLEHORN & N. JOHNSON. 1989. An introduction to the study of Insects. Sixth Edition. Thomson Learning, Inc. México D. F. 808 p.

BERMÚDEZ, T & J.A. FLOREZ.. [Universidad Nacional, Instituto de investigaciones y servicios forestales INISEFOR] 2004. Monitoreo de la sostenibilidad ecológica en

plantaciones forestales de Teca (*Tectona grandis*), Guanacaste, Costa Rica. Revisado 20-12-2004. www.una.ac.cr/inis/teca/silvicultura/tana.pdf.

BUSTOS-GÓMEZ, L. F & A. LOPERA. 2003. Preferencia por cebo de los escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de un remanente de bosque seco tropical al norte del Tolima (Colombia), p. 59-65. En: Onore, G., P. Reyes-Castillo & M. Zunino (Comps.). 2003. Escarabajos de Latinoamérica: Estado del Conocimiento. M3m-Monografías Tercer Milenio, Vol. III. Sociedad Entomológica Aragones (SEA), Zaragoza. 86 p.

CAMERO-R., E. 2003. Caracterización de la Fauna de Carábidos (Coleoptera:Carabidae) en un Perfil Altitudinal de la Sierra Nevada de Santa Marta-Colombia. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 27 (105): 491-516.

CAMPOS, D. F. & F. FERNÁNDEZ. 2002. El Proyecto "Diversidad de Insectos en Colombia", pp. 297-300. En: COSTA, C., S.A. VANIN, J.M. LOBO & A. MELIC (Eds), Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PRIBES 2002. monografías tercer milenio vol. II, Sociedad Entomológica Aragones (SEA), Zaragoza.

CLARKE, K. & R. WARWICK. 1994. Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research. Primer 4 for Windows. Primer-e Ltd. United Kingdom.

CHOATE, P. M. [Universidad de la Florida]. 1999. Dichotomous Keys to Some Families of Florida Coleoptera. Fecha de revisión: 10 -febrero -2004. <http://entnemdept.ifas.ufl.edu/choate/beetles.pdf>

COLWELL, R. K. & CODDINGTON, J. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, 345: 101-118.

COLWELL, R. K. 1997. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 5. User's Guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.

COSTA, C. 2000. Neotrópico: estado de conocimiento de los Coleoptera neotropicales. p. 99-114. En: MARTÍN-PIERA, F., J. J. MORRONE & A. MELIC (Eds.). Hacia Un Proyecto Cytod para el Inventario y Estimación de la Diversidad Entomológica en Iberoamérica: PRIBES –2000. monografías tercer milenio vol. I, Sociedad Entomológica Aragones (SEA), Zaragoza.

DOYEN, J. T. [Instituto nacional de biodiversidad de Costa Rica San José].1994. Las familias de insectos de Costa Rica.. Fecha de revisión: 20-Agosto-2002 WWW.inbio.ac.cr/papers/insectoscr/texto7.html

ESCOBAR, F. 1997. Estudio de la comunidad de coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) en un remanente de bosque seco al norte del Tolima, Colombia. *Caldasia* 19 (3): 419-430.

ESCOBAR, F. 1998. Análisis regional de la comunidad de escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeine) de los bosques secos de la región caribe de Colombia, p. 72-75. En: INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT.1998. Informe Nacional Sobre El Estado De La Biodiversidad 1997- Colombia. Editado por Maria Elfi Chávez & Natalia Arango. Santafé de Bogotá: Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. 1 vol.

ESCOBAR, F. 2000a. Diversidad de Coleópteros Coprófagos (Scarabaeidae Scarabaeinae) en un Mosaico de Hábitats en la Reserva Natural Nukak, Guaviare, Colombia. *Acta Zoológica Mexicana*, 79:103-121.

ESCOBAR, F. 2000b. Diversidad y Distribución de los Escarabajos del Estiércol (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeine) de Colombia. pp. 197-210. En: MARTÍN-PIERA, F., J. J. MORRONE & A. MELIC (Eds), Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PRIBES 2000. Monografías tercer milenio vol. I, Sociedad Entomológica Aragones (SEA), Zaragoza.

FRAYTER, V., E. JIMÉNEZ., R. PABON Y O. VALERO. 2000. Plan de manejo integral de la cuenca hidrográfica del Río Gaira. Tesis de grado. Programas de Ingeniería Agronómica y Economía. Universidad del Magdalena. Santa Marta. 286 p.

GARCÍA, R., I. ARMBRECHT & P. ULLOA-CHACÓN. 2001. Staphylinidae (Coleoptera): Composición y Mirmecofilia en Bosques Secos Relictuales de Colombia. *Folia Entomol. Mex.* 40(1).

GIBB, H. & D. F. HOCHULI. 2002. Habitat Fragmentation in an Urban Environment: Large and Small Fragments Support Different Arthropod Assemblages. *Biological Conservation.* 106: 91-100.

HALFFTER, G. 1991. Historical and Ecological factors determining the geographical distribution of beetles (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae). *Folia Entomol. Mex.* No 82: 195-238.

HERNANDEZ, J. & H. SÁNCHEZ. 1992. Biomas terrestres de Colombia. En : RANGEL, J. O., P.T. LOWY Y M. AGUILAR. 1997. diversidad biótica II, tipos de vegetación. Instituto de Ciencias Naturales Universidad Nacional. Santafé de Bogotá. 436 p.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. 1998a. Informe Nacional Sobre El Estado De La Biodiversidad 1997-Colombia. Editado por Maria Elfi Chávez & Natalia Arango. Santa fe de Bogotá: Instituto Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente. 1 vol.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS ALEXANDER VON HUMBOLDT. [Instituto Alexander von Humboldt, Programa de inventario de la Biodiversidad Grupo de Exploraciones y Monitoreo Ambiental GEMA.]. 1998b. El Bosque seco Tropical (bs-T) en Colombia. Fecha de revisión: 20-Nov-2004. <http://araneus.humboldt.org.co/download/inventarios/bst/Doc3.pdf>.

JIMENEZ-FERBANS, L., W. MENDIETA & N. MARTÍNEZ. 2004. Inventario preliminar de la coleopterofauna de las formaciones subxerofíticas de los cerros de Santa Marta. Revista Semilleros de Investigación. Universidad del Magdalena. Vol. 1 No 1: 12-20.

KREBS, C. J., 1999. Ecological Methodology. Addison Wesley Longman. Second Edition. 620 p.

LAWRENCE, J. F., A. M. HASTINGS, M. J. DALLWITZ, T. A. PAINE AND E. J. ZURCHER. 1999. Beetles of the world a key and information system for families and subfamilies. CSIRO Entomology, Canberra, Australia

LAWTON, J. H., D. E. BIGNELL, B. BOLTON, G. F. BLOEMERS, P. EGGLETON, P. M. HAMMOND, M. HODDA, R. D. HOLT, T. B. LARSEN, N. A. MAWDSLEY, N. E. STORK, D. S. SRIVASTAVA & A. D. WATT. 1998. Biodiversity Inventories, Indicator Taxa and Effects of Habitat Modifications in Tropical Forest. *Nature* 391, Jan. 1998.

McALEECE, N. 1997. BioDiversity Professional Version 2 for Windows. The Natural History Museum and The Scottish Association For Marine Science

MARTINS U. & M. GALILEO. 2003. Cerambycidae (Coleoptera) da Colômbia. IV. Cerambycinae com olhos grosseiramente granulados. *Revista Brasileira de Entomologia* 47(2): 175-180.

MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University press, Princeton, New Jersey.

MEDINA. C. A. & G. H. KATTAN. 1996. Diversidad de Coleópteros coprófagos (Scarabaeidae) de la reserva forestal de Escarlata. *Cespedecia* 21(68): 89-102 p.

MEDINA. C. A., A. A. LOPERA-TORO, A. VITOLO & B. GILL. 2001. Escarabajos coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) de Colombia. *Biota Colombiana* 2(2): 131-144 p.

NORIEGA, J. A. 2002. Conferencia "Los insectos: Un eficiente grupo en bioindicación". Laboratorio de entomología, instituto nacional de salud, Bogotá-Colombia.

PARDO- LOCARNO, L. C. & M. PUERTA. 1990. Contribución al Registro Taxonómico y Ecología de las Familias de Coleoptera (Insecta) de la Zona Plana del Valle del Cauca-Colombia. *Cespedesia* 59:7-30 p.



PARDO-LOCARNO, L. C. & M. RUBIANO. 1994. Registros y Observaciones Preliminares de los Escarabajos (Coleoptera-Scarabaeoidea) del Páramo las Hermosas, Valle-Tolima (Colombia). *Cespedesia* 20 (64-65):87-114 p..

PARDO-LOCARNO, L. C. & E. HENAO. 1996. Noticia y Prioridades Investigativas de los Escarabajos (Coleoptera – Scarabaeoidea) del Ecotono Selvático Río Dovio, Choco Biogeográfico, Valle, Colombia. *Cespedecia* 21(68): 133-146 p.

PARDO-LOCARNO, L. C. 1997. Muestreo Preliminar de los Escarabajos Copronecrófilos (Coleoptera: Scarabaeidae) de las Selvas de la fragua, Cuenca Baja del Río Cajambre (Valle). *Cespedecia* 22(69): 59-80 p.

PULIDO, L. A., R. A. RIVEROS, F. GAST & P. VON HILDEBRAND. 2003. Escarabajos Coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae: Scarabaeinae) del Parque Nacional Natural “Serranía de chiribiquete” Caquetá, Colombia (Parte 1). p. 51-58. En: Onore, G., P. Reyes-Castillo & M. Zunino (Comps.).2003. Escarabaeidos de Latinoamérica: Estado del Conocimiento. M3m- Monografías Tercer Milenio, Vol. III. Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), Zaragoza. 86 p.

ROCA, R. 1986. Estudio ecológico de la vegetación de los cerros de Santa marta. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad Tecnológica de Magdalena. Santa Marta. 43 p.

ROIG-JUÑENT, S., J. V. CRISCI, P. POSADAS & S. LAGOS. 2002. Áreas de distribución y endemismo en zonas continentales. pp. 247-266. En: COSTA, C., S.A. VANIN, J.M. LOBO & A. MELIC (Eds), Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomología Sistemática PRIBES 2002. monografías tercer milenio vol. II, Sociedad Entomológica Aragones (SEA), Zaragoza.

ROMOSER W. & J. G. STOFFOLANO.1998. The science of entomology. 4th edition. McGraw-Hill international. Singapure. 584 p.

SAENZ, M. R. & A. A. DE LA LLANA. 1990. Entomología Sistemática. Universidad Nacional Agraria. Managua. 225 p.

SALZWEDEL, H. & K. MÜLLER. 1983. A summary of meteorological and hydrological data from the bay of Santa Marta. *An. inst. Invest. Mar. punta betín*, 13:67-83.

SCHNETTER, R. 1968. 1Estudio de la vegetación del cerro San Fernando y el cerro la Llorona en la zona xerofítica de Santa Marta. Inderena.

VISAUTA, B. 2001. Análisis estadístico con SPSS 11.0 0 para windows. LEAD Technologies Inc. Madrid, España.

ZAR, J. H. 1996. Biostatistical Analysis. Tercera Ed. Prentice Hall. New Jersey. USA. 867p.



ANEXOS

Anexo 1. Salida del análisis de varianza a dos vías aplicado a los datos de abundancia de las trampas de caída, según el programa SPSS versión 11.0.0.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
CERRO	CLC	293
	CLL	196
	CSF	239
PERÍODO	LL	250
	S	334
	TR	144

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: ABUNDANC

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	24,254 ^a	8	3,032	16,761	,000
Intercept	237,811	1	237,811	1314,729	,000
CERRO	1,138	2	,569	3,144	,044
PERÍODO	22,035	2	11,017	60,909	,000
CERRO * PERÍODO	2,982	4	,745	4,121	,003
Error	130,054	719	,181		
Total	482,033	728			
Corrected Total	154,309	727			

a. R Squared = ,157 (Adjusted R Squared = ,148)



Anexo 2. Salida de la prueba de contraste de medias (Test de Tukey) aplicada a los datos de abundancia de las trampas de caída, según el programa SPSS versión 11.0.0.

CERRO

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ABUNDANC

Tukey HSD

(I) CERRO	(J) CERRO	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
CLC	CLL	,0504	,03925	,404	-,0417	,1426
	CSF	,0109	,03707	,954	-,0762	,0979
CLL	CLC	-,0504	,03925	,404	-,1426	,0417
	CSF	-,0396	,04098	,599	-,1358	,0567
CSF	CLC	-,0109	,03707	,954	-,0979	,0762
	CLL	,0396	,04098	,599	-,0567	,1358

Based on observed means.

Homogeneous Subsets

ABUNDANC

Tukey HSD

a,b,c

CERRO	N	Subset	
		1	
CLL	196	,6377	
CSF	239	,6772	
CLC	293	,6881	
Sig.		,402	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,181.

- Uses Harmonic Mean Sample Size = 236,237.
- The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- Alpha = ,05.

Anexo 2 (continuación). Salida de la prueba de contraste de medias (Test de Tukey) aplicada a los datos de abundancia de las trampas de caída, según el programa SPSS versión 11.0.0.

PERÍODO

Multiple Comparisons

Dependent Variable: ABUNDANC

Tukey HSD

(I) PERÍODO	(J) PERÍODO	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
LL	S	-,3315*	,03557	,000	-,4150	-,2480
	TR	,0153	,04449	,937	-,0892	,1198
S	LL	,3315*	,03557	,000	,2480	,4150
	TR	,3468*	,04240	,000	,2472	,4464
TR	LL	-,0153	,04449	,937	-,1198	,0892
	S	-,3468*	,04240	,000	-,4464	-,2472

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Homogeneous Subsets

ABUNDANC

Tukey HSD

a,b,c

PERÍODO	N	Subset	
		1	2
TR	144	,5066	
LL	250	,5219	
S	334		,8534
Sig.		,926	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = ,181.

- Uses Harmonic Mean Sample Size = 215,232.
- The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.
- Alpha = ,05.



Anexo 3. Salida del análisis de varianza a dos vías aplicado a los datos de riqueza de las trampas de caída, según el programa SPSS versión 11.0.0.

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		N
CERRO	CLC	9
	CLL	9
	CSF	9
PERÍODO	LL	9
	S	9
	TR	9

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: RIQUEZA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	346,963 ^a	8	43,370	9,444	,000
Intercept	3093,370	1	3093,370	673,556	,000
CERRO	94,296	2	47,148	10,266	,001
PERÍODO	162,741	2	81,370	17,718	,000
CERRO * PERÍODO	89,926	4	22,481	4,895	,008
Error	82,667	18	4,593		
Total	3523,000	27			
Corrected Total	429,630	26			

a. R Squared = ,808 (Adjusted R Squared = ,722)



Anexo 4. Salida de la prueba de contraste de medias (Test de Tukey) aplicada a los datos de riqueza de las trampas de caída, según el programa SPSS versión 11.0.0.

CERRO

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RIQUEZA

Tukey HSD

(I) CERRO	(J) CERRO	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
CLC	CLL	4,5556*	1,01024	,001	1,9773	7,1338
	CSF	2,6667*	1,01024	,042	,0884	5,2450
CLL	CLC	-4,5556*	1,01024	,001	-7,1338	-1,9773
	CSF	-1,8889	1,01024	,176	-4,4672	,6894
CSF	CLC	-2,6667*	1,01024	,042	-5,2450	-,0884
	CLL	1,8889	1,01024	,176	-,6894	4,4672

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Homogeneous Subsets

RIQUEZA

Tukey HSD^{a,b}

CERRO	N	Subset	
		1	2
CLL	9	8,5556	
CSF	9	10,4444	
CLC	9		13,1111
Sig.		,176	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 4,593.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b. Alpha = ,05.



Anexo 4 (continuación). Salida de la prueba de contraste de medias (Test de Tukey) aplicada a los datos de riqueza las trampas de caída, según el programa SPSS versión 11.0.0.

PERÍODO

Multiple Comparisons

Dependent Variable: RIQUEZA

Tukey HSD

(I) PERÍODO	(J) PERÍODO	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
LL	S	-1,4444	1,01024	,347	-4,0227	1,1338
	TR	4,3333*	1,01024	,001	1,7550	6,9116
S	LL	1,4444	1,01024	,347	-1,1338	4,0227
	TR	5,7778*	1,01024	,000	3,1995	8,3561
TR	LL	-4,3333*	1,01024	,001	-6,9116	-1,7550
	S	-5,7778*	1,01024	,000	-8,3561	-3,1995

Based on observed means.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Homogeneous Subsets

RIQUEZA

Tukey HSD^{a,b}

PERÍODO	N	Subset	
		1	2
TR	9	7,3333	
LL	9		11,6667
S	9		13,1111
Sig.		1,000	,347

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

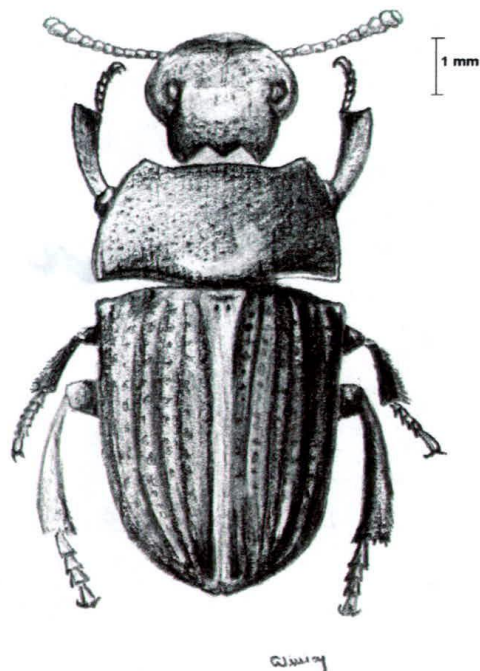
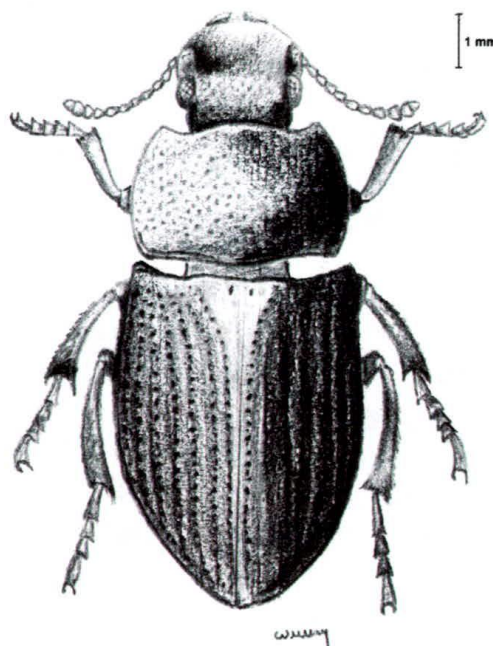
Based on Type III Sum of Squares

The error term is Mean Square(Error) = 4,593.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

b. Alpha = ,05.

Anexo 5. Esquemas en vista dorsal de las morfoespecies de Coleoptera más abundantes en los cerros de Santa Marta. A-B, familia Tenebrionidae; A, morfoespecie 1. B, morfoespecie 2. (Dibujos por William Mendieta Otálora).

**A****B**

Anexo 6. Cronograma de actividades.

ACTIVIDAD /MES	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril
REVISION BIBLIOGRAFICA																	
ANTEPROYECTO																	
FASE DE CAMPO																	
FASE DE LABORATORIO																	
CONFIRMACION DE MUESTRAS																	
ANALISIS DE DATOS																	
ESCRITURA DE TESIS																	
ENTREGA DE BORRADOR PARA EVALUACIÓN																	
ENTREGA DE DOCUMENTO FINAL																	
CORRECCIONES																	
ARTICULO																	



Anexo 7. Presupuesto del Trabajo de Grado.

CONCEPTO	DIAS/CANT.	VALOR UNITARIO/TASA.	TOTAL
RECURSOS HUMANOS			
PERSONAL DE CAMPO (2)	30	20.000/DIA	600.000
PERSONAL DE LABORATORIO (2)	30	20.000/DIA	600.000
FASE DE CAMPO			
TRANSPORTE	20	12.000/DIA	240.000
VIÁTICOS	30	10.000/DIA	300.000
MATERIAL FUNGIBLE			
VASOS DE 16 ONZAS	150	100	15.000
FRASCOS DE ROLLO FOTOGRAFICO 25 ml	162	50	8.100
ALAMBRE DULCE (ROLLO)	20	300	6.000
ALCOHOL /0.75 LITROS (70%)	15	4.000	60.000
GLICERINA /LITRO	2	15000	30000
BOLSAS PLASTICAS	100	100	10000
DETERGENTE EN POLVO /Kg.	1	5.000	5.000
MATERIAL NO FUNGIBLE			
FRASCOS PLASTICOS DE 100ml	100	50	5.000
FRASCOS DE ROLLO FOTOGRAFICO 25 ml	300	50	15.000
VIALES PEQUEÑOS	70	350	24.500
ROLLO DE CABUYA (180m)	1	3.000	3.000
VELAS DE LUZ BLANCA	3	3.000	9.000
VELAS DE LUZ NEGRA	3	4.000	12.000
TELA BLANCA (2X2m)	1	6.000	6.000
JAMAS	2	15.000	30.000
PINZAS ENTOMOLOGICAS	4	3.000	12.000
MACHETE	1	6.000	6.000

CERNIDOR	1	6000	6000
EQUIPOS			
LAMPARA SANYO 260	1	36.000	36.000
TERMOMETRO DE MERCURIO *	1		
HIGRÓMETRO *	1		
ESTEREOSCOPIOS *	2		
PAPELERIA			
FOTOCOPIAS **	200	70	14.000
TRANSCRIPCION E IMPRESIÓN **	300	600	180000
EMPASTE	3	12000	360000
TOTAL			2'012.600

* Equipos suministrados por el Laboratorio de Biología de la Universidad del Magdalena.

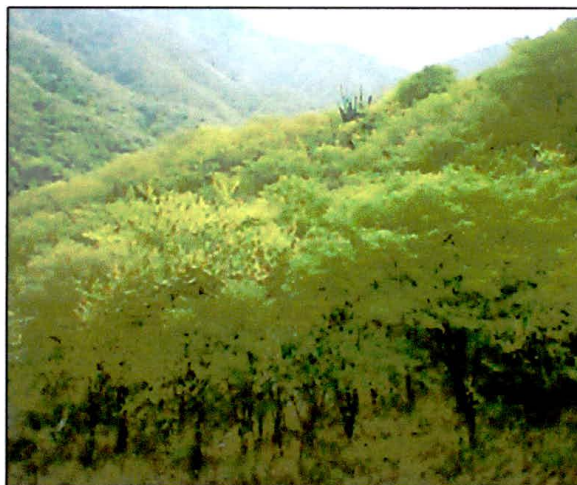
** Valor aproximado.



Anexo 8. Fotografías de las estaciones de muestreo durante el período lluvioso. A y B Cerro La Cueva ; C y D Cerro La Llorona; E y F Cerro San Fernando.



A



B



C



D



E



F



Anexo 9. Fotografías del Cerro La Cueva durante el período seco (A y B) y de transición (C y D).



A



B



C



D



Anexo 10. Métodos de colecta empleados. A y B trampas de caída; C y D colecta manual; E y F jameo.



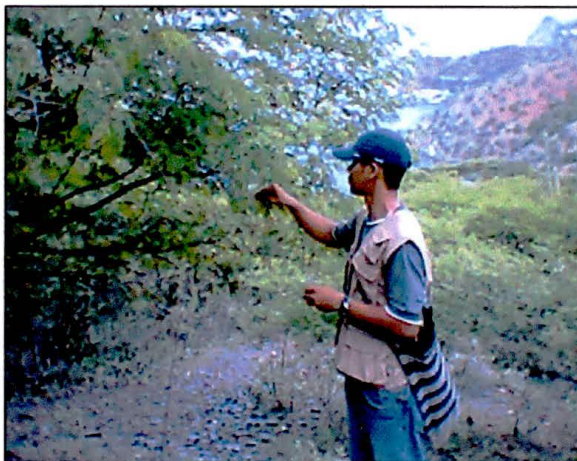
A



B



C



D



E



F

Anexo 11. Métodos de colecta empleados. A y B revisión de Epífitas; C y D colecta nocturna; E y F colecta de hojarasca.



A



B



C



D

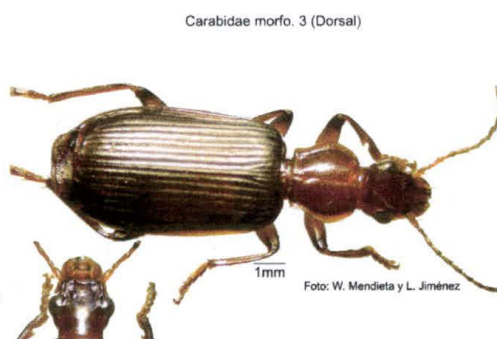
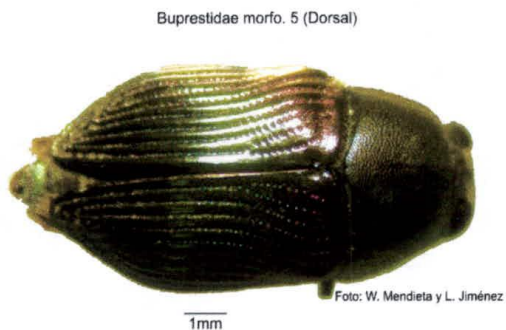
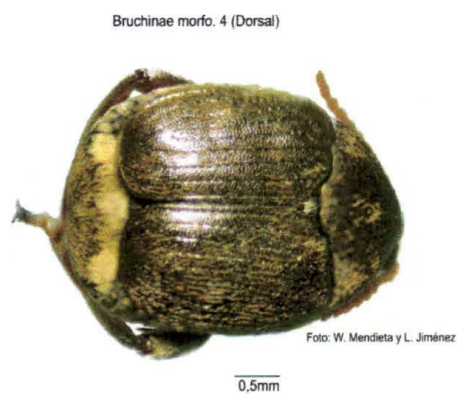
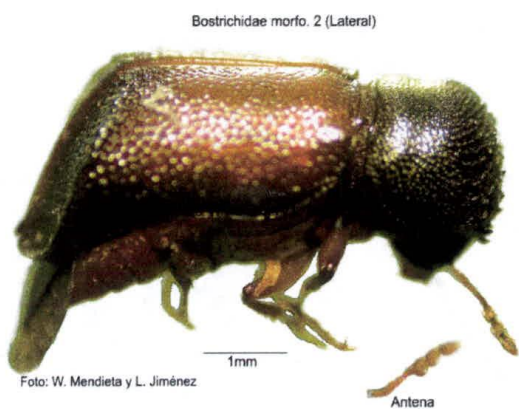
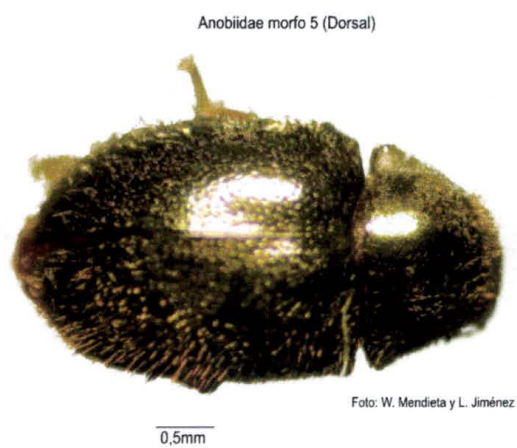
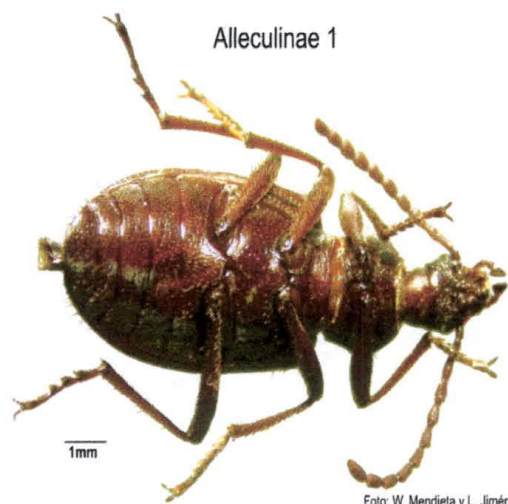


E



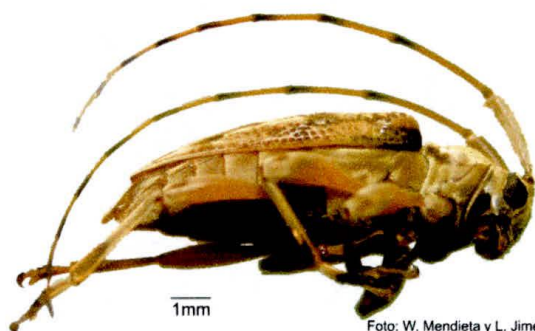
F

Anexo 12. Fotografías de las Familias y Subfamilias de Coleoptera colectadas en los cerros de la ciudad de Santa Marta



Anexo 12 (Continuación).

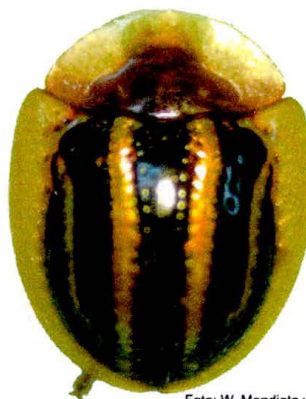
Cerambycidae morfo. 7 (lateral)



1mm

Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Chrysomelidae morfo. 10 (dorsal)



1mm

Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Cleridae morfo. 1 (dorsal)



1mm

Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Coccinellidae morfo. 2 (dorsal)

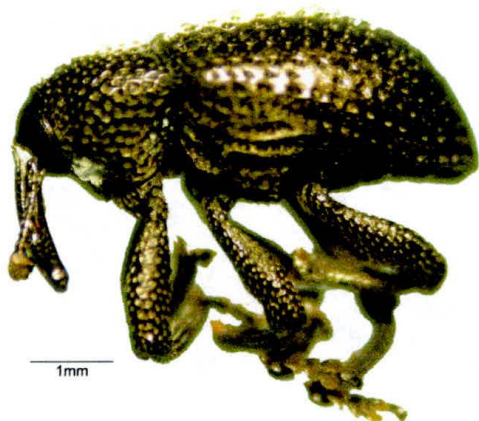


0,5mm

Foto: W. Mendieta y L. Jiménez



Curculionidae morfo. 3 (lateral)



1mm

Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Elateridae morfo. 2 (dorsal)



1mm

Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Anexo 12 (Continuación).

Endomychidae morfo. 1 (dorsal)



Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Histeridae morfo. 2 (dorsal)



Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Lampyridae morfo. 1 (ventral).



Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Lycidae morfo. 1 (dorsal).



Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Lyctinae morfo. 1 (dorsal).



Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Melyridae morfo. 1 (dorsal)



Foto: W. Mendieta y L. Jiménez



Anexo 12 (Continuación).

Mordellidae morfo. 1 (lateral)



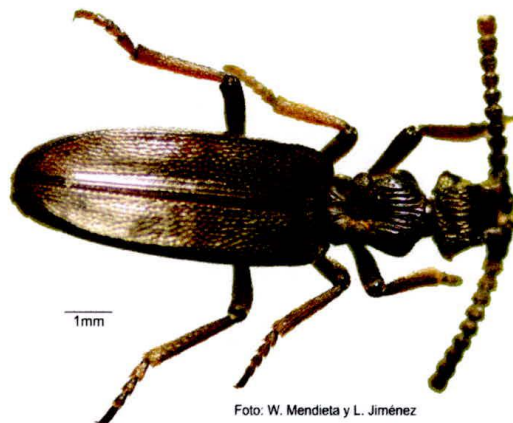
Nitidulidae morfo. 1 (dorsal)



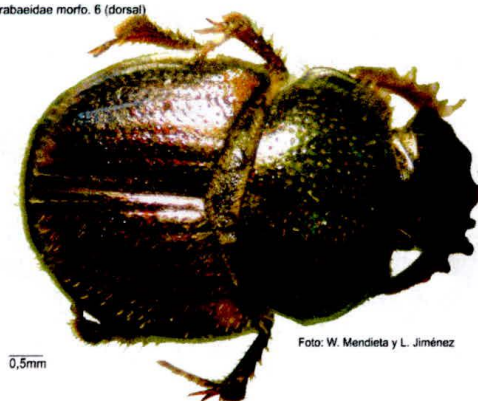
Plininae morfo. 1 (dorsal)



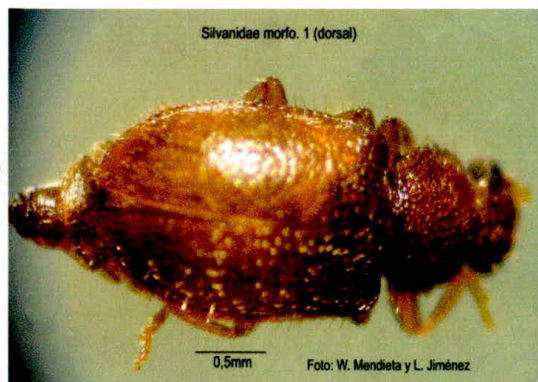
Salpingidae morfo. 1 (dorsal)



Scarabaeidae morfo. 6 (dorsal)



Silvanidae morfo. 1 (dorsal)



Anexo 12 (Continuación).

Staphylinidae morfo. 1 (dorsal)



Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Tenebrionidae morfo. 1 (dorsal)



Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Trogidae morfo. 1 (dorsal)



Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Trogossitidae morfo. 1 (dorsal)



Foto: W. Mendieta y L. Jiménez

Zopheridae morfo. 1 (lateral)

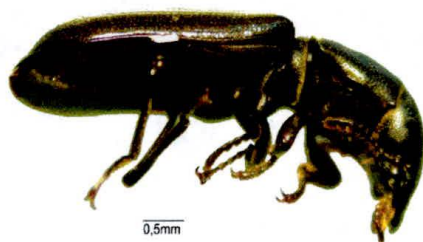


Foto: W. Mendieta y L. Jiménez



Anexo 12 (Continuación).

